

Laura Sulkava

littalan massa- ja lasitevalmistuksen raaka-ainevaraston layout-  
suunnitelma

Insinöörityö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri

Tuotantotalous

Opinnäytetyö

05.06.2012



Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Laura Sulkava Iittalan massa- ja lasitevalmistuksen raaka-ainevaraston layout-suunnitelma 46 sivua 05.06.2012
Tutkinto	Insinööri
Koulutusohjelma	Tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotalous
Ohjaaja(t)	Materiaalipäällikkö Mila Kuvaja Lehtori Nina Hellman
<p>Design-brändi Iittala on osa Fiskars-konsernia, ja se tuottaa ajattomia lasi- ja keramiikka-esineitä. Glaze and Body Preparation -projektissa, jonka osa layout-suunnitelma on, Iittalan Arabian yksikön tuotanto- eli massiivilaitos ja sen tuotantoprosessi muuttuivat uusien reseptien, raaka-aineiden ja tilojen myötä.</p> <p>Insinööriyöprojektin tavoitteena oli suunnitella uuteen, aikaisempaa pienempään raaka-aineiden massiivivarastoon layout. Varastointiin sitoutuu paljon pääomaa, joten varastojen määrät, koot ja tarpeellisuus on kartoitettava ennen toteutusta. Tilankäyttö rajallisissa olosuhteissa on myös suunniteltava mahdollisimman tehokkaaksi. Työn ongelmana oli saada uudet enemmän tilaa vievät raaka-aineet mahtumaan aikaisempaa pienempiin varastotiloihin.</p> <p>Projektin kulmakivet olivat dokumentit, suullinen tieto sekä kenttätutkimus, koska uudessa prosessissa sekä reseptit että raaka-aineet muuttuivat. Kenttätutkimuksessa kartoitettiin varastointiin soveltuvat tilat. Alkuperäisenä suunnitelmana oli käyttää varastointiin rakenteilla ollutta massiivivarastoa, mutta sen koko osoittautui jo alkumetreillä varastoitaville määrille liian pieneksi. Varastointiin soveltuvat tilat kartoitettiin ja lopulta löytyi runsaasti vähäkäyttöistä varastointiin soveltuvaa tilaa, joista logistiikaltaan soveltuvimmat päätettiin käyttää raaka-aineiden varastointiin.</p> <p>Varaston layout-suunnittelussa otettiin huomioon olennaisesti vaikuttavat rajoittavat tekijät kuten riittävä liikkumatila, työntekijöiden turvallisuus sekä optimaalinen määrä ja sijainti varastopaikoille.</p> <p>Lopputuloksena varastoja otettiin käyttöön kolme, joihin suunniteltiin varastopaikat raaka-aineiden käyttöasteen perusteella ottaen huomioon optimaalisen varastopaikkojen täytön. Lisäksi huomioitiin, että vasta uuden prosessin käynnistyttyä saadaan tarkemmat tiedot varastoitavien raaka-aineiden määrästä, joka suunnitelmassa perustuu ennusteisiin. Tästä syystä huomioitiin myös varastotilat, joita on mahdollista ottaa käyttöön tulevaisuudessa, jos raaka-aineet eivät mahdu esimerkiksi suurempien tilauserien vuoksi suunniteltuun layout-malliin.</p>	
Avainsanat	layout, varastointi, varasto, Iittala, Fiskars, varastonhallinta

Author(s) Title  Number of Pages Date	Laura Sulkava Functional Layout Plan for Body and Glazing Raw Material Warehouse of Iittala.  46 pages 5 June 2012
Degree	Engineer
Degree Programme	Industrial Management
Specialisation option	Industrial Management
Instructor(s)	Mila Kuvaja, Materials Manager Nina Hellman, Senior Lecturer
<p>The design brand Iittala is part of the Fiskars Group and it produces timeless glass and ceramic objects. The work in this thesis is part of the Glaze and Body Preparation Project, in which the Arabia factory and production process were changed to accommodate new recipes, raw materials and facilities.</p> <p>The goal of this thesis was to design a layout for a new and smaller raw materials warehouse. The storage binds a lot of capital, so the purpose, size and number of storages need to be identified prior to implementation. The limited space must be designed as effectively as possible. The main problem was to fit the new bulky raw materials into a smaller storage.</p> <p>The cornerstones of the project were documents, verbal information and field research. Because of the new process, raw materials and recipes were changed. The field research identified suitable spaces for storage. The original plan was to store all the materials in the storage space called Massive Storage which was under construction at the time but after inspecting the floor plan it was evident that the place was too small. Suitable warehouse facilities were surveyed and in fact quite a lot of moderately used storage space was found in suitable locations. The most suitable storage spaces were chosen to be used for the raw materials. The warehouse layout-design took into account limiting factors, e.g. adequate room to maneuver, the safety of employees and the optimal number and location of storage spots for the raw materials.</p> <p>As a result, three main storages were proposed. Storage spots were planned by taking into account the utilization of the raw materials and the number of the needed spots. In addition, attention was paid to the fact that the start of the new process will provide more specific information of the raw materials and needed space for storing. The numbers used in the layout plan were based on the predictions. For this reason, attention was paid to other suitable storage spaces, which could be possibly used in the future, if the raw materials do not fit in the storage for example because of larger order sizes.</p>	
Keywords	layout, warehousing, Iittala, Fiskars, warehouse management, storing

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Yritysesittely	1
1.3	Liiketoimintaongelma	2
1.4	Työn tarkoitus ja tavoite	3
1.5	Tutkimusmenetelmät	3
1.6	Työn rakenne ja rajaus	4
2	Kuormalavavaraston layoutin teoria	6
2.1	Olosuhteet ja välineet	6
2.1.1	Pakkauskoot	6
2.1.2	Kuormalavat	6
2.1.3	Kuormalavahyllyt	8
2.1.4	Laitteisto	9
2.1.5	Käytäväleveys	11
2.2	Varastot	11
2.2.1	Varastointi	11
2.2.2	Tilasuunnittelu	16
2.3	Teorian yhteenveto	17
3	Layout-suunnittelun lähtötilanne	19
3.1	Lähtötilanteen pohjustus	19
3.2	Olosuhteet ja välineet	20
3.2.1	Raaka-ainesäkit ja lasiteastiat	20
3.2.2	Trukki ja käytäväleveys	21
3.2.3	Kuormalavahyllyköt ja lavat	22
3.3	Varastot	22
3.3.1	Massiivivarasto	23
3.3.2	Tuotantotila	23
3.3.3	Kellari	24
4	Layout ja varastopaikat	25
4.1	Lopputilanteen pohjustus	25

4.2	Olosuhteet ja välineet	26
4.2.1	Raaka-ainesäkit	26
4.2.2	Trukki	27
4.2.3	Kuormalavahyllyköt ja kuormalavat	28
4.2.4	Väri lasitepigmentit	29
4.2.4	Valmis lasiteasiat ja pigmentit	30
4.3	Varastot ja varastopaikat raaka-ainesäkeille	31
4.3.1	Massiivivarasto	32
4.3.2	Tuotantotila	35
4.3.3	Kellari	36
4.3.4	Pakkaamo	36
4.4	Lopputulosten yhteenveto	39
5	Yhteenveto	41
5.1	Lopuksi	41
5.2	Itsearviointi	43
	Lähteet	45

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Tämä insinöörityö on osa Iittalan tehtaan Glaze and Body Preparation -projektia (GBP), joka pitää sisällään massalaitoksen tuotantolaitteiston sekä reseptien muutoksen massan ja lasitteen raaka-aineille.

Osa tuotantolaitteistosta on 1900-luvun alkupuolelta, joten tekniikka ja välineet ovat vanhentuneita. Vanhentunut laitteisto vaihdetaan uuteen ja vuokrasopimuksen loppumisen vuoksi muutetaan myös uusiin tiloihin.

Tämä insinöörityö koskee uuden raaka-ainevaraston, niin kutsutun massiivivaraston, layoutin suunnittelua eli tuotteiden sijoittamista varastoon eri rajoittavat tekijät huomiioon ottaen. Pienemmät tilat vaativat tarkan suunnitelman varastoitaville raaka-aineille, jotta optimaaliset eräkoot on mahdollista käyttää hyödyksi.

## 1.2 Yritysesittely

Vuonna 1649 Etelä-Suomessa perustettu Fiskars on Suomen vanhin yritys. Liiketoiminta on levittäytynyt 60 maahan ympäri maailmaa, joista oma myyntiyhtiö on 20 maassa. Nykyään Suomen tehtailla valmistetaan kodin ja puutarhan tuotteita sekä veneitä. (Fiskars Vuosikertomus 2009: 4, 6-7.)

Fiskarsin kansainväliset pääbrändit sisältävät saks- ja puutarhatyökalumerkki Fiskarsin, designbrändi Iittalan, sekä ulkoilu ja retkeilyvälineitä tuottavan Gerberin. Alueellisesti johtavia brändejä ovat vapaa-ajan veneitä valmistava Buster, ulkoiluun ja arkiliikuntaan erikoistunut Silvia, muotoilubrändi Arabia Finland sekä keitto- ja paistinastioiden sekä aterimien asiantuntija Hackman. (Fiskars Vuosikertomus 2009: 11.)

Fiskarsin strategia koostuu kolmesta osatekijästä: tehokkuudesta, fokuksesta ja kasvusta. Tehokkuus perustuu yksinkertaistettuihin liiketoimintaprosesseihin ja rakentamiseen sekä kysyntään perustuvaan toimintaketjuun. (Fiskars Vuosikertomus 2009: 10.)

Fokuksella tarkoitetaan keskittymistä vahvoihin liiketoiminta-alueisiin, erikoistuneita premium-brändejä sekä valituissa kategorioissa yhtenäistettyjä tuotevalikoimia. (Fiskars Vuosikertomus 2009: 10.)

Kasvussa tähdätään kuluttajalähtöiseen tuotekehitykseen, innovatiivisuuteen tutkimuksessa ja kehityksessä sekä laajentumista uusiin kategorioihin, asiakassegmentteihin sekä markkina-alueisiin. (Fiskars Vuosikertomus 2009: 10.)

Fiskars-konserniin kuuluva Iittala Group on modernin skandinaavisen muotoilun johtava yritys, jonka suosio perustuu vahvoihin brändeihin kuten Iittala, Arabia, Hackman, Fiskars, BodaNova, Höganäs Keramik, Rörstrand, Raadvad ja Høyang-Polaris. Iittalan suosiota kasvattamalla yritys pyrkii myös tunnettavuuteen kansainvälisillä markkinoilla. (Iittala Group: Verkkodokumentti 3.)

Iittalan filosofia perustuu taisteluun kertakäyttökulttuuria vastaan. Tuotteet suunnitellaan toisiinsa yhdisteltäviksi, jolloin jokainen voi itse väreillä sekä muodoilla luoda halutun tunnelman sekä piristää arkea. Yhdisteltävyydellä haetaan myös lojaalisuutta: vaikka väri tai malli olisi poistunut valikoimasta, korvaavat tuotteet ja värit sopivat vanhojen mallien kanssa. Ajattomuuden lisäksi, esineet valmistetaan kestäviksi sekä toimiviksi arkikäyttöön. (Iittalan filosofia : Verkkodokumentti 4.)

### 1.3 Liiketoimintaongelma

Kilpailu markkinoilla on kovaa ja vaatii yrityksiltä tasapainoilua laadun, tehokkuuden ja kilpailukyvyn välillä. Jako halpojen massatuotteiden ja designtuotteiden välillä on luotava tunnetuilla suunnittelijoilla sekä laadulla.

Varastointiin sitoutuu paljon rahaa, ja näin ollen sekä varastologistiikka että tilankäyttö pitää suunnitella mahdollisimman tehokkaaksi. Pienet tilat, paljon tilaa vievät raaka-aineet ja sokkeloinen tehdas antavat haasteen tehokkuuden maksimoinnille.

Iittalalla on vahva asema pohjoismaisessa muotoilussa, ja pyrkimyksenä on laajentaa tunnettavuutta myös Euroopassa sekä muualla maailmassa. Laatudesign on yrityksen valtti, joten tehokkuutta ja säästöjä etsitään tuotantoprosessin kehittämisestä.



Tuotantolaitteiston ja varaston siirtyminen uusiin tiloihin vähentää käytössä olevan tilan määrää. Tilat on käytettävä tarkasti, jotta saadaan raaka-aineet mahtumaan varastoon ja silti pidettyä tilauseräkoot kustannustehokkaina.

GBP-projekti vaikuttaa kokonaisuudessaan tehtaan toimintaan. Tuotannon tehostaminen vähentää hukkakäyttöä ja nopeuttaa tuotteiden valmistusta. Pienemmät laitteet vievät vähemmän tilaa ja uuden teknologian korjaamiseen löytyy helpommin henkilökuntaa ja varaosia kuin vanhan.

Toimittajalta säkeissä saapuvat raaka-aineet vievät enemmän varastotilaa kun bulkkina toimitetut raaka-aineet. Varastojen optimaalinen suunnittelu vähentää kuljetusta sekä sakkien rikkoutumisriskiä ja varastonkierto nopeutuu pienentyneiden tilojen vuoksi.

#### 1.4 Työn tarkoitus ja tavoite

Tämän insinööriyön tavoitteena on optimoida Iittalan uusitun massa- ja lasitevalmistuslaitoksen varastonkäyttö. Tavoitteena on luoda prosessi, jossa uudet varastotilat suunnitellaan maksimaaliseen käyttöön ja näin luodaan pohja keskeytymättömälle tuotannolle.

Rajalliset varastotilat vaativat tehokkaan varastoinnin sekä sisäisen logistiikan varmistamisen. Optimaalisella varastonkäytöllä taataan tehokas ja taloudellinen tuotannon jatkuva toiminta sekä varastokapasiteetin riittävyys.

Työn tutkimuskysymyksenä on, kuinka raaka-aineet saadaan sopimaan optimaalisesti aikaisempaa pienempiin tiloihin ennustettuja määriä hyväksikäyttäen? Tarkoituksena on luoda pohja layoutille, jota muokataan tarvittaessa uuden prosessin käyttöönoton jälkeen.

#### 1.5 Tutkimusmenetelmät

Dokumentoinnin niukkuuden vuoksi tärkeimmäksi tutkimusmenetelmäksi projektin myötä nousi haastattelut sekä kenttätutkimus. Useiden sukupolvien myötä Iittalalla tärkeää roolia näyttelee tiedon jakamisen ja kirjoittamaton tiedon perinne.

Kirjallisten dokumenttien perusteella tehtiin arvio tiloista ja tutustuttiin projektiin sekä itse massalaitoksen toimintaan. Haastatteluiden pohjalta taas saatiin tarkempaa tietoa toimintatavoista, GBP-projektin taustoista sekä odotuksista. Eri osastojen vastaavien ja pitkän linjan työntekijöiden tieto prosesseista ja tiloista mahdollisti eri näkökulmien hyödyntämisen, mutta toi myös haasteen erottaa faktatieto mielipiteistä.

Kenttätutkimuksen tärkeäksi osaksi muodostui tilankäytön ja varastointitarpeen kyseenalaistaminen sekä tilojen mittaukset. Vanhassa ja perinteikkäässä tuotantolaitoksessa pituuksissa ja leveyksissä eroavaisuuksia pohjapiirrookseen saattaa olla joitain senttejä esimerkiksi pohjan kaltevuuden vuoksi.

Osastovastaavien johdolla tehdyt kierrokset tiloissa ja keskustelu tilankäytön tehokkuudesta, johtivat uusien varastotilojen löytymiseen. Viikoittaisissa kokouksissa palloiteltiin ajatuksilla, todettiin ongelmakohtia ja suunniteltiin aikataulu päätetyille muutoksille.

Historiatietojen puutteellisuuden ja reseptien muutoksen vuoksi layout-suunnittelu perustuu ennustettuihin määriin raaka-aineita. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että varaston koon tarve vahvistuu vasta, kun uusi prosessi on ollut käynnissä varastonkierrojen ajan ja toimittajien kanssa on sovittu lopulliset eräkoot.

Työn kulusta ja menetelmien käytöstä löytyy kuvaus työn lopusta yhteenvedon lopuksi-osiosta, josta löytyy myös havainnollistava kuva.

## 1.6 Työn rakenne ja rajaus

Työ rakentuu neljästä eri osiosta, jotka kertovat Iittalan varaston layout-suunnittelun vaiheista. Neljässä osiossa käydään läpi taustaa ja tavoitteita projektille, varaston layout-suunnittelun teoriaa ja suunnittelun lähtötilannetta. Lopuksi summataan lopputulos.

Työn ensimmäisessä osassa, johdannossa, käydään läpi työn tausta, työn tilaava yritys, tavoitteet ja liiketoimintaongelma sekä tutkimusmenetelmät, joita käytettiin halutun lopputuloksen saavuttamiseksi.

Teoriaosuudessa tutustutaan varastointiin liittyviin syihin ja layout-suunnittelun kulmakiin. Osioista selviää layout-suunnitelmaan vaikuttavat tekijät, jotka määrittelevät varaston turvallisuuden ja toimivuuden.

Kolmannessa osiossa eli lähtötilanteessa pohditaan lähtökohtia projektille. Osioista selviävät odotukset ja kriteerit projektin osalta ilman syvempää tutkimusta ja laskelmia.

Viimeisessä osiossa käydään läpi lopputulos, joka on syntynyt projektin myötä. Lopputuloksessa hyödynnetään teoriassa saatuja tietoja ja yhdistetään ne käytännön rajoitteiden kanssa.

Insinööritö rajataan koskemaan Iittalan massiivilaitoksen uusia lasite- ja massaraakaaineita ja niiden varaston layoutiin vaikuttavia tekijöitä. Insinööritön päätelmät ja lopputulos rajataan loppumaan hetkeen, jolloin uusi prosessi otetaan käyttöön.

## 2 Kuormalavavaraston layoutin teoria

### 2.1 Olosuhteet ja välineet

Varaston suunnitteluun vaikuttaa varastotilojen lisäksi varastoinnissa käytettävät välineet ja olosuhteet, jotka määrittävät osan tilankäytöstä.

#### 2.1.1 Pakkauskoot

Pakkauskoot ovat kansainvälisesti standardisoituja. Peruskoko on pituudeltaan 600 mm ja leveydeltään 400 mm. Taulukossa 1 on esitetty standardisoidut koot pakkauksille. (Karhunen yms. 2004: 307.)

Taulukko 1. Standardoidut pakkauskoot

100 mm x 75 mm
150 mm x 100 mm
200 mm x 150 mm
300 mm x 200 mm
400 mm x 300 mm
<b>600 mm x 400 mm</b>
800 mm x 600 mm
1200 mm x 800 mm

Taulukosta voi nähdä, että lihavoituna näkyvää peruskokoa pienempi standardikoko on 400 mm x 300 mm. Pituus saadaan peruskoon leveydestä ja leveys peruskoon pituus puolittamalla. (Karhunen yms. 2004: 307.)

Peruskoosta suurempi koko saadaan, kun kaksinkertaistetaan lyhyempi osa eli leveys, ja vaihdetaan se pituuden tilalle. Leveydeksi tulee peruskoon pituus. (Karhunen yms. 2004: 307.)

#### 2.1.2 Kuormalavat

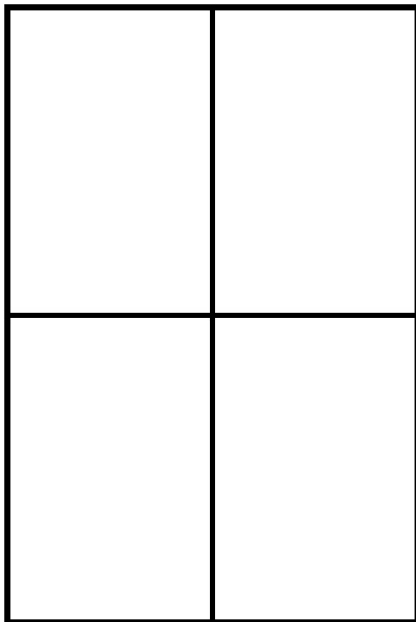
Standardikuormalavoja on kahta kokoa: FIN-lava ja EUR-lava. FIN-lavan mitat ovat 1000 mm x 1200 mm ja EUR-lavan 800 mm x 1200 mm. FIN-lava on mitoitettu 1000 kg:n kuormalle. (Karhunen yms. 2004: 307, 311.)

EUR-lavasta on kehitetty niin sanottu myymälälava tai puolilava, joka on puolet EUR-lavan pituudesta eli kooltaan 800 mm x 600 mm. Lava on tarkoitettu sopimaan myymälöihin sellaisenaan, jolloin lavalla tuotuja tuotteita ei tarvitse purkaa hyllyyn vaan lava voidaan asettaa paikalleen myymälään. (Karhunen yms. 2004: 312.)

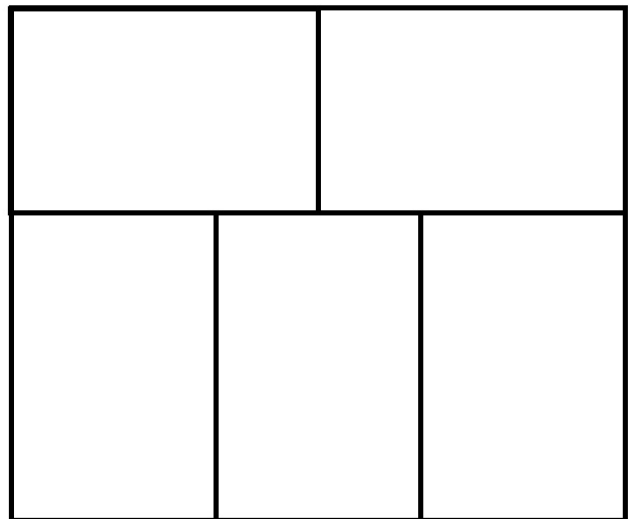
Kuormalavan mitat on suunniteltu siten, että standardipakkauskoot on mahdollista asettaa lavalle ilman, että reunat ylittyvät. Tämä mahdollistaa, että lavojen kuljetus ja käsittely on turvallista. (Karhunen yms. 2004: 308.)

Alta löytyvästä kuvasta (1) on nähtävissä, kuinka standardipakkaukset sijoitetaan optimaalisesti FIN- ja EUR-lavalle.

**EUR-lavalla neljä kappaletta  
600 mm x 400 mm kokoista  
standardipakkausta**



**FIN-lavalla viisi kappaletta  
600 mm x 400 mm kokoista  
standardipakkausta**



Kuva 1. Standardipakkaukset optimaalisesti sijoitettuna EUR- ja FIN-lavoille

FIN-lavaa käytetään pääasiassa Suomessa, mutta myös UK:ssa käytetään samaa kokoa. EUR-lavaa käytetään eri puolilla Eurooppaa. Käytettyjen lavojen koko määrittää

varastoinnissa käytettävät hyllyt sekä tilan suunnittelun, kun halutaan välttää hukattua. (Karhunen yms. 2004: 309.)

Käyttöön soveltuva trukki tai muu lavojen siirtoon soveltuva laite määrittyy sen mukaan, minkälaisia lavoja käytetään. Haarukan leveys on oltava soveltuva käyttötarkoitukseen. Lavojen pitkällä sivuilla on yhtenäiset laudat, jolloin siirtolaitteen haarukoita ei ole mahdollista asettaa lavan alle pitkältä sivulta. Lyhyellä sivulla taas maantasossa on haarukoille soveltuvat aukot, joita käyttämällä lavat saadaan kätevästi nostettua ylös maasta. (Karhunen yms. 2004: 310.)

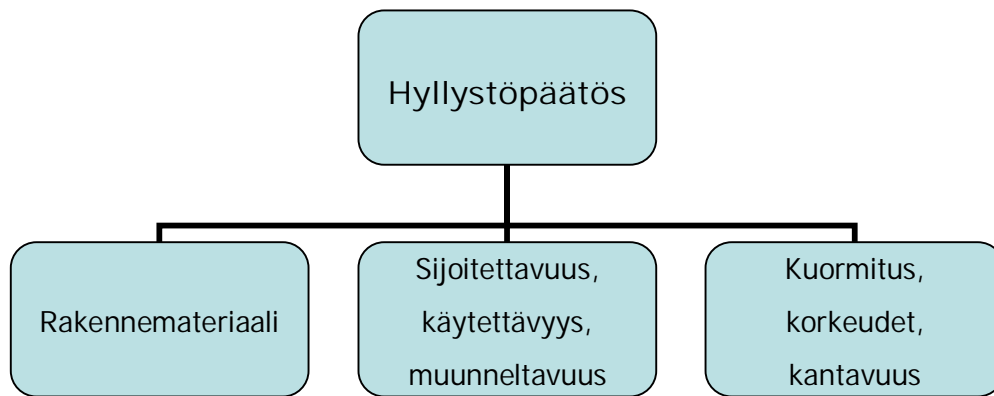
Kuormalavoja on sekä vaihtokelpoisia että kertakäyttöisiä. Kertakäyttölavojen käyttö on lisääntynyt huomattavasti sitten 90-luvun, kun tuotteiden mitat ovat muuttuneet yhä vähemmän sopiviksi standardilavojen kanssa. Toinen syy on lavojen palautuksesta tulevat kustannukset, jotka tekevät lavojen palautukset epätaloudelliseksi. (Karhunen yms. 2004: 311.)

Kertakäyttölavat ovat halvempia ja kevyempiä kuin vaihtokelpoiset lavat ja ne nimensä mukaan soveltuvat kertakuljetukseen. Mitat ja rakenne vaihtelevat sen mukaan, mihin niitä käytetään, kuitenkin siten, että niille lastattaessa ei tapahdu lavanylityksiä. (Karhunen yms. 2004: 311.)

### 2.1.3 Kuormalavahyllyt

Tehokas toiminta perustuu eri osa-alueiden yhteensopivuudelle. Standardipakkauksiin pohjautuva varastointi ja soveltuva kuljetus luovat tehokkaan prosessin, jossa mitoitus- ja tasaukset täsmäyvät. (Karhunen yms. 2004: 311.)

Kuvasta 2 nähdään hyllystöpäätökseen vaikuttavia tekijöitä, jotka tulee ottaa huomioon hyllyjen valinnassa.



Kuva 2. Hyllystöpäätökseen vaikuttavat tekijät (Ritvanen yms. 2011: 84.)

Soveltavaa hyllystää suunniteltaessa on otettava huomioon kestävyys, loppusijoitukseen ja käytännöllisyyteen vaikuttavia tekijöitä. Materiaalin kestävyys ja ominaisuudet varaston oloissa vaikuttavat tuotteen käyttöikäen ja työturvallisuuteen. (Ritvanen yms. 2011: 84.)

Sijoitettavuus, käytettävyys ja muunneltavuus antavat joustavan mahdollisuuden tehdä tilatehokas ratkaisu, joka jättää mahdollisuuden muutoksiin ja tilauudistuksiin tulevaisuudessa. (Ritvanen yms. 2011: 84.)

Kuormitus, korkeudet ja kantavuus ovat varastotilan määrittämiä tekijöitä, jotka yhdessä luovat optimaalisen määrän hyllypaikkoja tilan rajoittavat tekijät huomioon otettaessa. (Ritvanen yms. 2011: 84.)

Hyllyyn sijoitettavien kuormalavojen käytettävyyden mukaan kuormalavat on sijoitettava hyllyyn siten, että lavan lyhyt sivu on käytävälle päin ja pitkä sivu on syvyyssuuntaan päin. Tällöin trukin tai muun siirtolaitteen on mahdollista ottaa kätevästi lavat hyllystä. (Karhunen yms. 2004: 310.)

#### 2.1.4 Laitteisto

Laitteiston merkitys on varastoinnissa suuri. Siirto- ja nostolaitteiden on mahdollista kulkemaan tasaisilla, laitteille soveltuvilla käytävillä ilman vaaran aiheuttamista työntekijöille tai tuotteille. Lattian kaltevuus, kynnykset ja liian ahtaat ajoväylät ovat riskitekijöitä materiaaleja liikuteltaessa. (Ritvanen yms. 2011: 83.)

Ominaisuuksien, kuten nostokorkeuden ja kyvyn on vastattava varaston tarpeita, ja kalustolle on löydettävä säilytyspaikka sekä huoltomahdollisuus. Varaosien saatavuus, helppokäyttöisyys ja varmuustekijät tulee ottaa huomioon valintaa tehdessä, koska kaluston käyttökeltvottomuus heikentää tehokkuutta ja aiheuttaa viivytyksiä. Ergonomisella laitteella varmistetaan myös työntekijän hyvinvointi. Raaka-aineiden määrät ja pakkauskoot vaikuttavat myös olennaisesti laitteiston valintaan. (Ritvanen yms. 2011: 83.)

Trukkeja löytyy monenlaisia käyttötarkoituksesta riippuen. Perusrakenteiltaan trukit ovat vastapaino- tai tukipyörätrukkeja. Vastapainotrukissa kuorman painopiste on sen takaosassa, jolloin raskas takapää luo vastapainon kuormalle. Vastapainotrukki on kooltaan suurehko ja vaatii näin ollen enemmän tilaa kuin monet muut vaihtoehdot. Varustelun osalta se sopii sekä sisä- että ulkokäyttöön ja kulkee ketterästi. (Karhunen yms. 2004: 327.)

Tukipyörätrukeissa painopiste on aina taka- ja etupyörien välissä. Etupyörät sijaitsevat tukivarsissa, jotka ovat trukin edessä. Lastatessa lavoja hyllyyn tai lavoja poistaessa on ajettava tukivarret hyllyn sisään. Jotta tukivarret mahtuvat kuormalavojen alle, on etupyörien oltava pienet. Lavat on oltava lyhyt sivu käytävään päin, jotta lavojen alla olevat aukot osoittavat trukkia. On myös olennaista, että pystysuunnassa lavat ovat tarkasti toistensa kohdalla, jotta sekä trukin haarukkaosa, että tukivarret osuvat lavojen alle. (Karhunen yms. 2004: 331.)

Joustamattomat, pienet renkaat estävät trukin käytön ulkotiloissa. Tukipyörätrukin etuna on pieni koko, jolloin käytävätilaa tarvitaan vähemmän kuin vastapainotrukissa. (Karhunen yms. 2004: 331.)

Tukipyörätrukin ja vastapainotrukkin tuomien ongelmien, tukivarsien ja laajan tilan vie-misen, ratkaisuksi on kehitetty työntömastotrukki, jossa pyörät on lyhyiden tukivarsien päässä ja mastossa on haarukat. Painopiste on etu- ja takapyörien välissä, lähellä etupyöriä. (Karhunen yms. 2004: 332.)

Pinontatrukkia on optimaalista käyttää ahtaissa tiloissa, ja se on luotu kuormalavojen pinoamiseen sekä hyllytykseen. Hyllytyksessä myös käytettäviin vastapainotrukkiin ja



työntömastotrukkiin verrattuna pinontatrukin pituus on lyhyempi ja kääntösäde pienempi. (Trukkityypin valinta: verkkodokumentti.)

Automaattitrukit ovat yleistymässä. Ne vähentävät työvoiman tarvetta, mutta ovat normaaleita trukkeja huomattavasti kalliimpia. Niillä on mahdollista liikuttaa tavaroita nopeasti ja hankaliakin reittejä pitkin varastossa. Tekniikka perustuu heijastimiin ja tutkaan, joiden perusteella trukki löytää tiensä oikeaan paikkaan. (Ritvanen yms. 2011: 84–85.)

Haarukka- ja pinoamisvaunuja käytetään usein tuotantoprosessien välivarastoissa, joissa ei ole paljon nostoja tai siirtoja, koska käyttö on hidasta ja raskasta. Vaunujen etu on niiden halpa hinta, joka trukin hintaan verrattuna on vain 15–20 %. Tilankäyttö myös tehostuu, koska on mahdollista hyödyntää korkeutta varastoinnissa. (Karhunen yms. 2004: 327.)

Rullakko on rullien päällä oleva lava, jossa on teräslangoista tehty seinät. Kooltaan rullakko on hieman suurempi kuin EUR-lava eli kooltaan 810 mm x 670 mm. Rullakko soveltuu mainiosti esimerkiksi myymälöihin, joissa käytetään puolilavoja. Rullakkoon on mahdollista lisätä lisätasoja ja tarvittaessa taittaa kasaan, jolloin se vie vähän tilaa ja on helppo varastoida. Rullakossa on 360 astetta vaakatasossa pyörivät pyörät, joten sitä on helppo liikutella ahtaissa ja sokkeloisissa tiloissa. (Karhunen yms. 2004: 315.)

#### 2.1.5 Käytäväleveys

Varaston sijainti tulee olla mahdollinen tuotannon sekä tavarantoimituksen kanssa ja ylimääräistä kuljettamista tulisi välttää. Käytävät on suunniteltava tarpeeksi leveiksi, jotta trukki mahtuu turvallisesti kulkemaan ja lattian kannettava sekä trukin että lastin massa. (Trukkiväylien ja työkäytävien suunnittelu ja mitoitus: verkkodokumentti.)

Käytäväleveydessä tulee huomioida trukin kulun lisäksi myös muu liikenne: vastaanottavat jalankulkijat tai toiset trukit, joiden määrittämiseen työterveyslaitoksella on turvallisuusohjeet. (Trukkiväylien ja työkäytävien suunnittelu ja mitoitus: verkkodokumentti.)

## 2.2 Varastot

### 2.2.1 Varastointi

Varastointi tarkoittaa fyysistä rakennusta, varastotilaa ja varaston toimintoja kuten hallintaa ja suunnittelua. Varastoinnissa pääkysymyksinä on varastojen lukumäärä, koko, tehtävä ja varastointitekniikka. Varastojen määrä pyritään pitämään eri toimitusketjun vaiheissa mahdollisimman pienenä, jotta ketju saadaan pidettyä mahdollisimman kustannustehokkaana. (Ritvanen yms. 2011: 79.)

Tavallisessa kielenkäytössä varasto-nimikettä käytetään tilasta, jossa säilytetään asiakaspalvelussa tai valmistuksessa tarvittavia materiaaleja. Laajempänä käsityksenä varasto tarkoittaa kokonaisuudessaan säilytettäviä tavaroita, kuten myyntitilaa, tehdashallia tai kuljetusvälinettä, toisin sanottuna tilaa, jossa yrityksen vaihto-omaisuutta säilytetään. (Sakki. 2005: 73.)

Varastoinnilla pidetään yllä haluttua saatavuudesta ja toimitusajan pituudesta määräytyvää palvelutasoa. Yritys määrittää halutun palvelutason, johon pyritään minimikustannuksin. Varastoinnin lisäksi palvelutasoon voidaan vaikuttaa toimitustiheydellä, ennustamisella, tiedonvälityksen nopeuttamisella sekä asiakas- tai toimittajayhteistyön kehittämällä. (Haverila yms. 2005: 443, 445.)

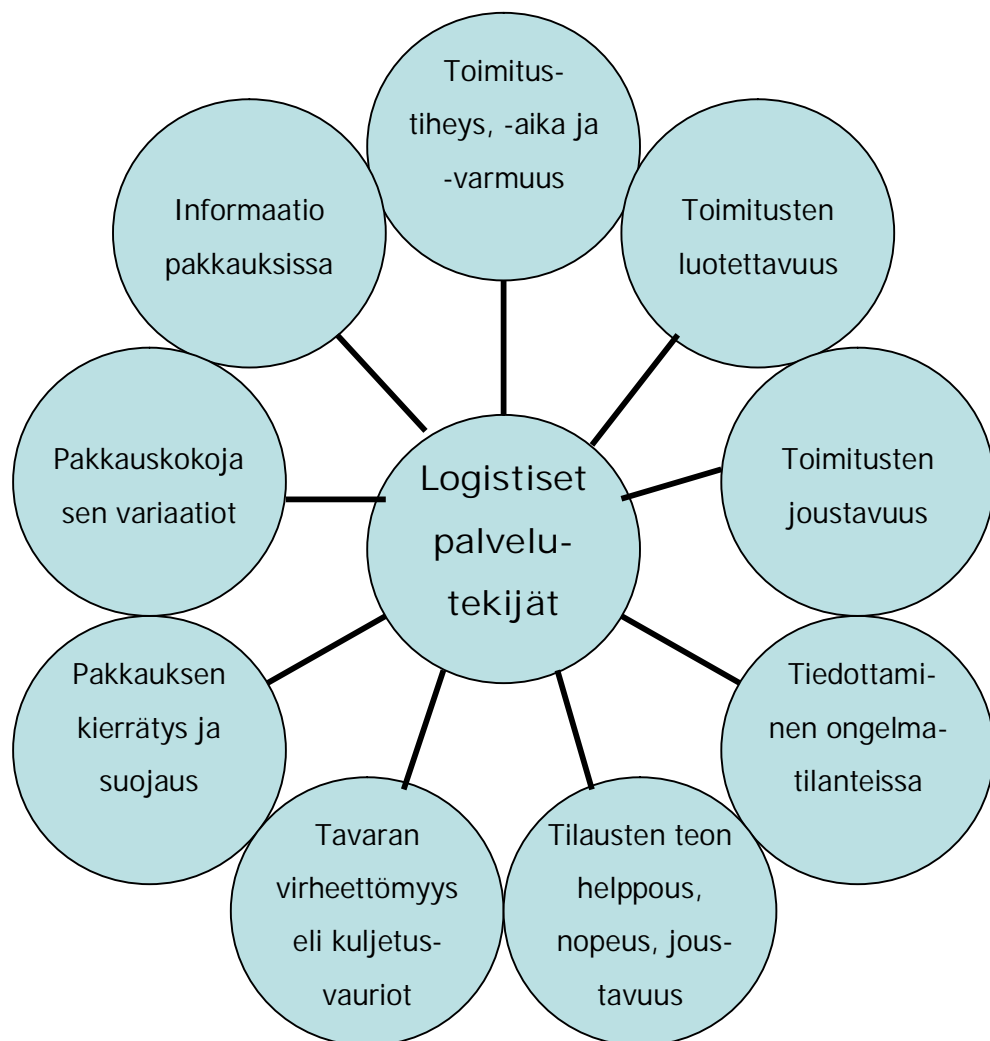
Varastot turvaavat yritysten toimituskykyä sekä yhdistävät prosessin eri vaiheita. Varastointi on suuri kustannustekijä, jonka vuoksi varaston koko tulee olla optimaalinen. Varaston kokoa suunniteltaessa on otettava huomioon varastointikustannusten lisäksi myös vaikutukset kokonaisuuteen. Esimerkiksi koon pienentäminen voi kasvattaa puute- ja hankintakustannuksia, kun taas liian suuri varasto voi tuottaa kapasiteettiongelmiä sekä tuotteiden vanhentumista. (Haverila yms. 2005: 443-445.)

Optimaalisessa tilanteessa varastotasojä madalletaan tai varastoista luovutaan kokonaan. Tällöin raaka-aineet toimitetaan toimittajalta suoraan asiakkaalle tai tuotantoon. Suhde toimittajaan vaikuttaa luotettavuuteen ja varastojen kokoon sekä määrään. Epäluotettavan toimittajan kohdalla tuleekin pohtia yhteistyön kannattavuutta ja kartoittaa mahdolliset muut toimittajat. Jos toimittajia on ainoastaan yksi, joudutaan tilaamaan suurempia eriä, jotta välttyään puutetilanteilta. (Ritvanen yms. 2011: 79.)

Oikean varastotyyppin valinta on tärkeää, jotta saavutetaan kustannustehokkain vaihtoehto. Varaston kokoon vaikuttaa luonnollisesti varaston pinta-ala, ja jos pinta-ala ei

riitä, lisäämällä käsittelykorkeutta saadaan lisää tilaa. Mahdolliset tavat määräytyvät varaston rakenteesta kuten automaatiosta, korkeudesta, käytäväleveydestä, automaatiosta, toimialasta sekä tuotteista itsestään. (Ritvanen yms. 2011: 81.)

Yleisesti varastointijärjestelmää suunniteltaessa ja päätettäessä tulee ottaa huomioon kuvassa 3 mainitut perustekijät. Summana eri tekijät tuottavat peruspilarit varaston kokoon, logistiikkaan, layoutiin, toimittajaluotettavuuteen ja varaston tarpeellisuuteen liittyen. (Ritvanen yms. 2011: 82.)



Kuva 3. Logistiset palvelutekijät (Ritvanen yms. 2011: 81.)

Toimitustiheys, -aika ja -varmuus sekä joustavuus, luotettavuus, tiedottaminen ongelmatilanteissa ja tilausten tekoon liittyvät tavat kertovat yhteistyön saumattomuudesta.

Näiden tekijöiden pohjalta voidaan peilata luottamusta toimitusketjun eri vaiheiden välillä. (Ritvanen yms. 2011: 82.)

Toimittajan joustavuudesta, resursseista ja yhteistyöhalukkuudesta riippuen pakkaus-ten merkinnät sekä materiaalit on sovittavissa sopiviksi. Pakkausmateriaalit, -koot ja -informaatio sekä tavaran kuljetukseen liittyvät riskit luovat pohjan varaston layoutin suunnittelulle ja kuljetusten huomioimiselle. Kun tuotteet on pakattu sopivaan materiaaliin, viivakoodit ja päivämäärät on jätetty helposti näkyville jo varastoon tuotaessa. Kun välimatkat ovat lyhyet ja siirtäminen on tehty turvallisesti ja mahdollisimman väli-vaiheettomaksi, niin varaston turvallisuuden ja helppokäyttöisyyden perusta on luotu. (Ritvanen yms. 2011: 82.)

Palvelutekijöiden lisäksi tulee ottaa huomioon varaston käytettävyyteen liittyvät osa-alueet, kuten tuotteiden säilyvyys, kaluste- ja kalustovalinnat, käytäväleveydet, sijoi-tuskorkeus sekä osoitepaikkajärjestelmä. (Ritvanen yms. 2011: 82.)

## Tuotevarasto

Teollisuudessa varastoja on yleensä kolmea päätyyppiä. Raaka-ainevarasto sisältää tuotantoon tarvittavat raaka-aineet, komponentit ja muut tuotantoon tarvittavat mate-riaalit. Puolivalmisteverastossa säilytetään keskeneräisiä töitä, ja valmistuotevarastossa valmiit tuotteet odottavat kuljetusta eteenpäin. (Sakki. 2005: 73.)

Varastointiin syitä on pääsääntöisesti kaksi. Kun myyjältä saapuva erä on suurempi kuin asiakkaan tarve sillä hetkellä, niin ylimääräiset tuotteet on varastoitava. Tätä va-rastoa kutsutaan aktiivivarastoksi. (Sakki. 2005: 73.)

Passiivivaraston eli varmuusvaraston tai puskurivaraston tarve taas syntyy asiakkaiden tarpeen luomasta epävarmuudesta. Jotta vältetään puutetilanteelta ja varaudutaan asiakkaan mahdollisiin tarpeisiin, varastoon tilataan varmuuden vuoksi ennakoon tai hieman tarvetta enemmän materiaaleja. Tällöin asiakkaan tilauksen tullessa on mitä myydä. Vaikka pääsyitä varaston syntyyn on kaksi, niin fyysisesti sekä aktiivi- että pas-siivivarasto ovat samassa tilassa, eivätkä materiaalit ole eroteltuina toisistaan. (Sakki. 2005: 73–74.)

Varmuusvarastoja käytetään toimituskyvyn turvaamiseen. Materiaalin tilauksen ja tuotannon läpimenoaika on usein pidempi kuin asiakkaan vaatima toimitusaika. Näin ollen puskurivaraston materiaaleja käytetään ja tilataan tilalle uusi erä. (Haverila yms. 2005: 46.)

Puskurivaraston koko määritetään palvelutasovaatimuksen mukaan. Varmuusvarasto syntyy epävarmuudesta, ja suuri määrä varmuusvarastoja on merkki huonosta suunnittelusta sekä yhteistyön ja logistiikan ongelmista. Ennustuksella, hyvällä suunnittelulla sekä toimittajan kanssa tehtävällä joustavalla ja avoimella yhteistyöllä voidaan puskurivarastojen kokoa pienentää. (Haverila yms. 2005: 46; Sakki. 2005: 73-74.)<

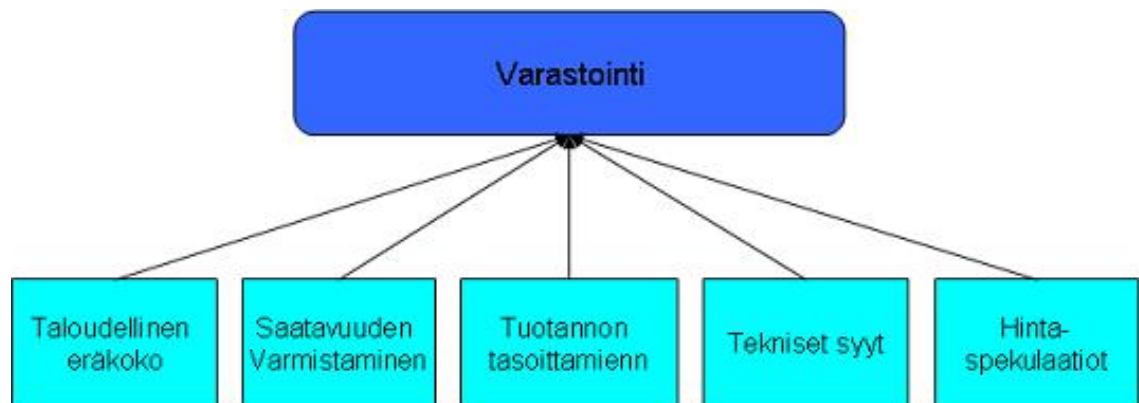
Kuljetuksessa, tuotannossa tai jakelussa olevaa varastoa kutsutaan prosessivarastoksi. Prosessivaraston koko lasketaan kertomalla tuotantoprosessin läpimenoaika kulutusnopeudella. (Ritvanen yms. 2011: 81.)

Välivarastot kytkevät yhteen eri työvaiheita, luoden joustavan rytmin eripituisten vaiheiden välille. Välivarastojen kokoon vaikuttaa valmistusvaiheiden määrä. Mitä enemmän vaiheita on, sitä suuremmat varastot ovat. Välivarastot sitovat pääomaa, kasvattavat laatuvirheiden riskiä ja hidastavat prosessia, joten niiden käyttöä tulee välttää. (Haverila yms. 2005: 46.)

Suojautumisvarastoinnilla voidaan varautua hintojen vaihteluihin, jolloin varastoon voidaan ostaa, kun yksikköhinta on halvempi tilanteessa, jossa varasto on omassa omistuksessa. Ylimääräisen raaka-ainevaraston käyttö saattaa tulla halvemmaksi tilanteessa, jossa odotetaan huomattavaa hintojen nousua. (Ritvanen yms. 2011: 81.)

Varaston riittävyys takaa tuotannon keskeytymättömän toiminnan kausittaisesta vaihtelusta huolimatta. Raaka-aineiden riittävyys pyritään takaamaan sopivalla eräkoolla, joka optimoituna varaston koon kanssa tuottaa kustannushyödyn. Suuremmalla eräkoolla on mahdollista saada paljousalennusta sekä säästää logistiikkakustannuksissa, jolloin yksikköhinta laskee. (Ritvanen yms. 2011: 79-80.)

Varastoinnilla varaudutaan mahdollisiin ongelmatilanteisiin sekä yllättäviin tuotannonvaihteluihin kysynnän ja tarjonnan muuttuessa. Raaka-aineiden ollessa saatavilla vain tiettyyn aikaan vuodesta, on varastointi erityisen suuressa roolissa. Varaosien tilaaminen tai pikatilauksen käyttäminen ovat kalliita vaihtoehtoja, joita tulisi ennakoida ja välttää. (Jarmo Toivanen: 10.12.2010.)



Kuva 4. Varastoinnin perussyyt (Jarmo Toivanen: 10.12.2010.)

### 2.2.2 Tilasuunnittelu

Varastojen suunnittelussa tulee ottaa huomioon käytännöllisyyteen liittyviä seikkoja, kuten varaston käyttötarkoitus, käytettävät hyllystöt ja laitteet sekä tavaravirtojen kulku varastossa. Varastossa on turvallisuuden vuoksi oltava tarpeeksi käsittely- ja säilytystilaa sekä sen on sovellettava kosteudeltaan ja lämpötilaltaan tuotteiden varastointiin. (Ritvanen yms. 2011: 84–85.)

Tehokkaaseen tuotantoon ja varastointiin liittyy myös tuotteiden sijoittelu, jonka tulee olla sopiva tavaravirran kulkuun nähden. (Ritvanen yms. 2011: 85.)

Tavaravirtauksen perusmalleja on kaksi. Suoran virtauksen eli läpivirtauksen mallissa tuotteet tulevat varastoon tilan toisesta päästä ja lähtevät ulos toisesta. Suorassa virtauksessa käytävän leveys tulee olla riittävän leveä, ja molemmissa päissä tulee olla ajopihat, jotta trukit mahtuvat liikkumaan ja kääntymään. Käytävän pituus ja leveys ovat taas joustavasti määriteltävissä. (Ritvanen yms. 2011: 85.)

U-virtaus-mallissa taas tavara kulkee sekä sisään että ulos samalta puolelta rakennusta. Etuna on tuotteiden sijoittelu lyhyen keräilymatkan päähän, jonka useat käytävät ja

joustavat hyllyjen sijoitusratkaisut mahdollistavat. U-virtausmalli soveltuu pienempään tilaan kuin suoravirtaus, mutta sen vaatima käytävätila on suurempi. (Ritvanen yms. 2011: 85-86.)

Rajalliset tilat saadaan käytettyä täysin hyödyksi, kun hyllystöistä tehdään monikerroksisia. Kerrosvarastoinnissa tulee ottaa huomioon korkeuden tuoma riski ja tuotesijoittelun tärkeys. On otettava myös huomioon laitteiden soveltuvuus korkeuteen ja mahdolliset lisävaiheet, joita kerrokset tuovat. (Ritvanen yms. 2011: 85–86.)

Hyllystöjen kestävyys ja lattian kantavuus täytyy olla soveltuva useaan kerrokseen. Korkealle ei kannata varastoida painavia tai nopeasti kiertäviä tuotteita, joita keräillään usein. (Ritvanen yms. 2011: 86.)

### 2.3 Teorian yhteenveto

Taulukosta 2 on nähtävissä koostettuna varaston layout-suunnitteluun vaikuttavien teorioiden pääkohdat, jotka tulee ottaa huomioon layoutia suunnitellessa.

Taulukko 2. Teorian yhteenveto

Kuormalavat ja pakkauskoot	<p>Pakkauskoot on standardoitu ja kuormalavat suunniteltu siten, että pakkaukset sopivat lavalle ilman, että reunat ylittyvät.</p> <p>Tuotteiden varastointiin ja siirtämiseen käytettäviä standardikuormalavoja on kahdenlaisia, FIN- ja EUR-lavoja. EUR-lavasta on saatavilla puolilava.</p> <p>Lavojen käyttöä suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon, että tuotteet pysyvät turvallisesti lavan reunojen sisäpuolella.</p>
Kuormalavahyllyköt	Kuormalavahyllyköt tulee olla tarpeeksi kestäviä, materiaailtaan soveltuvia varaastoon, mitoiltaan sopivia ja muunneltavia sekä sijoitettu käytännöllisesti.
Laitteisto	<p>Siirto- ja nostolaitteiden on mahdollista kulkemaan varastossa turvallisesti. Niiden tarvitsema tila, nostokorkeus ja kantokyky on vastattava varaston tarvetta.</p> <p>Laitteet on suunniteltu eri olosuhteisiin ja tarkoituksiin. Laitetta valittaessa onkin tiedettävä tilojen rajallisuus sekä kuljetettavien tuotteiden koot.</p>
käytäväleveys	Käytäväleveyden on oltava suunniteltu käytettävien siirto- ja nostolaitteiden mukaan, jotta tuotteiden siirtäminen ja laitteen liikkuminen on turvallista. Suunnittelussa tulee ottaa kuljetettavan lastin lisäksi myös muu liikenne.
Varasto	<p>Varastojen valinnassa pääkysymyksenä ovat lukumäärä, koko, tehtävä ja varastointitekniikka. Tavoitteena on pitää varastoitavien tuotteiden määrä mahdollisimman pienenä, koska varastointi sitoo paljon pääomaa.</p> <p>Varastossa kantavuuden salliessa ja pinta-alan riittävyyden tullessa vastaan on huomioitava varastointikorkeus. Mitä korkeammalle varastoidaan, sitä suuremmaksi kasvaa putoamisriski.</p> <p>Varaston koko määräytyy aktiivi- ja passiivivaraston koosta. Passiivivarastoa käytetään toimituskyvyn turvaamiseen.</p>
Tilasuunnittelu	<p>Tilasuunnittelussa tulee ottaa huomioon varaston käyttötarkoitus, käytettävät hyllyköt ja laitteet, sekä tavaravirtojen kulku varastossa.</p> <p>Varastossa on oltava tarpeeksi tilaa käsittelylle ja liikkumiselle ja sen on sovittava kosteudeltaan ja lämpötilaltaan tuotteiden varastointiin.</p> <p>Lattian kantavuus määrittää, kuinka monessa kerroksessa varastossa on mahdollista varastoida. Alempiin kerroksiin varastoidaan useammin kerättävät tuotteet ja vähemmän kerättävät ylempiin kerroksiin.</p>



### 3 Layout-suunnittelun lähtötilanne

#### 3.1 Lähtötilanteen pohjustus

Massalaitos on ollut paikallaan vuodesta 1873, ja osa laitteista on 1900-luvun alusta asti palvelleita. Tuotanto- ja varastotilojen vuokrasopimuksen päättymisen vaatii tuotantokaluston sekä varaston siirron muihin tiloihin. Vanha laitteisto on suurikokoinen ja aikansa elänyt eikä sen siirtoa uusiin tiloihin ole edes harkittu. Varaosien löytäminen on myös haastavaa, ja automaation tuntevia henkilöitä on ainoastaan yksi. Riski tuotantokaluston hajoamiseen on suuri ja siten myös riski tuotannon keskeytymiseen. Laitteiston päivittäminen 2000-luvulle on ajankohtaista ja jopa välttämätöntä. Vanha tuotantolaitteisto tuottaa kerrallaan suuria, jopa useiden viikkojen eriä kerrallaan.

Työntekijät yrityksessä ovat monesta sukupolvesta, ja toimintatavat ovat muokkautuneet ajan ja perinteiden myötä. Toimintatapoja ei ole osattu kyseenalaistaa, vaan toimintamalli on ollut enemmänkin visuaalinen kuin raportteihin tukeutuva. Raaka-aineet ovat tulleet massalaitokseen bulkkina eikä määrätyn kokoisissa pakkauksissa. Raaka-ainemäärät on merkitty systeemiin visuaalisesti arvioimalla kasan koon perusteella, koska punnitusta ei ole ollut käytössä. Noin puolen vuoden välein inventaarion yhteydessä on merkitty systeemiin yhtenä käyttökertana erotus. Lisää raaka-aineita on tilattu, kun tietty raja varastossa on saavutettu, ja ennuste on perustunut näppituntumalle.

Kommunikoinnin ja työkavereiden työnkuvan tiedon puute on ajanut ongelmiin. Ostot ovat tapahtuneet arvioiden perusteella, ja varastossa on ollut yleensä tarvittava määrä tavaraa. Tuotanto on saattanut pysähtyä tiedonkulun puutteen vuoksi. Esimerkiksi, jos tuotantoerä on mennyt pilalle ja hukkamateriaalista on unohdettu ilmoittaa osto-osastolle.

Historiatiedon epämääräisyys on heikentänyt tulevaisuuden ennustamisten luotettavuutta. Uuden prosessin kannalta luotettavakin historiatieto olisi käyttökeltontonta, koska raaka-aineet sekä reseptit ovat muuttuneet, ja mikä tärkeintä, uudessa prosessissa raaka-aineet toimitetaan massalaitokseen ennalta määrätyn kokoisissa pakkauksissa.

Vanhojen varastotilojen muuntaminen muuhun käyttöön ja uuden, pienemmän varaston käyttöönotto vaativat tarkan seurantajärjestelmän, jonka perusteella on mahdollista optimoida tilantarve ja käyttöaste.

Suurimman muutoksen prosessiin tuovat uudet pienemmät laitteet sekä raaka-aineiden vaihtuminen. Tehtaan vanhimmat laitteet, 30 kuutiometrin muinaismuistot 1900-luvun alusta, jauhavat raaka-aineet soramaisesta jauheeksi. Vanhojen laitteiden korjaamiseen on vaikeaa löytää varaosia sekä osaavaa huoltohenkilökuntaa. Uudessa prosessissa kiertonopeus kasvaa, ja jauhantavaihe jää pois. Raaka-aineet ostetaan tehtaalte valmiiksi jauhettuina.

Reseptien muutos vaikuttaa raaka-aineiden varastoimisen tarpeeseen. Erikokoisissa pakkauksissa tulevia raaka-aineita tulee suhteessa eri määrä kuin aikaisemmin, joka tekee lähtötilanteen tilantarpeen arvioinnista haastavaa.

Insinööriyön lähtötilanteessa varastotilaksi suunniteltiin käytettävissä harvakseltaan täytettyä kellaritilaa sekä rakennusvaiheessa olevaa uutta massiivivarastoa. Varastopaikkojen määrää kellarissa tai massiivivarastossa ei ole määritelty. Tiedossa ei myöskään ole uusien raaka-ainesäkkien kokoa tai painoa. Tämän vuoksi tarvittavaa varastotilan kokoa ei ollut voitu määrittää.

### 3.2 Olosuhteet ja välineet

#### 3.2.1 Raaka-ainesäkit ja lasiteastiat

Tuotannossa valmistetaan kolmenlaista tuotetta. Massasta valmistetaan keramiikkaa ja lasitteella luodaan kiiltävä väritön tai värillinen pinta tuotteille. Lasite ja massaraaka-aineita on yhteensä 14 ja niitä käytetään noin 1 300 000 kg vuodessa. Lasitteiden pigmenttien käyttö on vaihtelevaa ja tilaustarpeen käy läpi värivalmistuksen esimies tarpeen mukaan.

Massaraaka-aineet ja osa lasiteraaka-aineista tuodaan tehtaalte suursäkeissä, jotka ovat leveydeltään ja syvyydeltään 900-950 mm ja korkeudeltaan maksimissaan 1600 mm. Säkit painuvat kasaan hieman lavalle laitettaessa, jolloin leveys ja syvyys muuttuvat niin, että maksimissaan säkit vievät leveydeltään tilaa 1100 mm x 1100 mm.

Raaka-ainesäkki on leveämpi kuin lava, ja siten osa siitä on lavan reunojen ulkopuolella. Varastotila tulee laskea säkin leveyden, ei lavan leveyden mukaan. Rikkoutukseen säkit ovat käyttökelvottomia; ne voivat aiheuttaa vaaratilanteen työntekijöille, vaarantaa tuotannon kulun ja tuoda lisäkustannuksia. Rikkoutuneen säkin raaka-aineita ei ole mahdollista käyttää. Varastoitaessa säkkien väliin on jätettävä noin 100 mm tilaa, ja ylimääräistä liikuttamista on vältettävä.

Lasitteiden raaka-aineita on kolmessa eri muodossa: suursäkeissä, pienissä 25 kg:n säkeissä sekä 25 kg:n kanistereissa. Suurin osa lasitteiden väripigmenteistä on 25 litran kanistereissa, joita voidaan koota päällekkäin ja niitä menee yhdelle lavalle, yhdessä kerroksessa 4-6.

Musta väripigmentti tulee 25 kg:n säkeissä. Säkkien ongelmana on säilytettävyyys, koska sulkeminen ei ole mahdollista ja avonainen pigmenttisäkki varastossa sotkee helposti.

Molokiitti ja kvartsi tulevat noin 1000 kg:n suursäkeissä suuren kulutuksen vuoksi. Alumiinioksidi toimitetaan myös säkissä, mutta sitä kulutetaan säkki kerrallaan. Suursäkeistä on mahdollista ottaa ainetta tarvittaessa pieni määrä, ja säkki on mahdollista sulkea säilytyksen ajaksi.

Valmislasiteastioiden varastonkierto on nopea, ne tarvitsevat tilaa hetkellisen varastointiin. Astiat, joissa säilytetään valmista lasitetta, ovat halkaisijaltaan 560 mm, korkeudeltaan 690 mm ja tilavuudeltaan 120 litraa. Valmislasiteastioita säilytetään puisten lavojen päällä. Lavan leveys ja syvyys on 610 mm ja korkeus 210 mm. Tämänhetkiset lavat ovat aikansa eläneitä puisia lasiteastioita varten räätälöityjä erikoislavoja, joiden kuljettamiseen vaaditaan trukkiin erikoishaarukka.

### 3.2.2 Trukki ja käytäväleveys

Vanhassa varastossa käytetty trukki on soveltuva ulkokäyttöön ja liian suuri käytettäväksi sisätiloissa. Laitoksessa on entuudestaan erilaisia pinontatrukkeja sekä pumppukärriä, jotka sopivat laitoksen tiloihin. Trukkeja ei ole ylimääräisiä, ja alustavan suunnitelman mukaan on tarve tilata uusi trukki, joka on samanlainen kuin pakkaamossa käytetty pinontatrukki.

Massalaitoksessa trukkeiretit on valmiiksi määritetyt ja rajatut maalatuilla viivoilla. Näin ollen trukin turvallinen kulkeminen vastaanoton, varaston ja tuotannon välillä on taattu. Varastoon suunniteltavien käytävien ja hyllyvälien tulee olla trukille tarpeeksi leveitä, jotta liikenne sujuu varastossa turvallisesti.

### 3.2.3 Kuormalavahyllyköt ja lavat

Lähtötilanteessa suunnitelmana oli asentaa massiivivaraston vasemmalle puolelle kuormalavahyllyköitä. Sopivia hyllyköitä ei ollut tiedossa käytettäväksi, joten uusien hyllyköiden tilaaminen tulisi ajankohtaiseksi.

Alkuperäisenä ajatuksena oli hankkia uusia yhden, kahden ja kolmen lavan hyllyköitä sen perusteella, mitä layout-suunnitelma esittää optimaaliseksi yhdistelmäksi. Kuormalavahyllyköiden tilauksessa tulisi myös ottaa huomioon, että varastoitavia kuormalavoja tulee olemaan kahdenlaisia raaka-ainesäkkien kuljettamiseen ja yhdenlaisia valmislasiteastioiden väliaikaiseen varastointiin ja kuljetukseen.

Raaka-ainesäkkien kuljetuksessa ajatuksena oli käyttää EUR-lavoja (800 mm x 1200 mm) ja FIN-lavoja (1000 mm x 1200 mm). Käytettävän kuormalavan laatu määräytyy toimittajan käyttämän lavan perusteella.

Valmislasiteastioille on olemassa tarkoitukseen räätälöityjä lavoja, joiden kuljetus hoidetaan niiden alustaan soveltuvalla pumppukärryillä. Erikoislavojen alla olevien palkkien väliin ei ole mahdollista laittaa trukin haarukoita.

## 3.3 Varastot

Raaka-aineet saapuvat tavarán vastaanottoon, josta ne kuljetetaan trukilla omille varastopaikoilleen. Tavarán vastaanotossa lähtötilanteessa ongelma oli lattian kantavuus, joka on ainoastaan 500 kg/ m<sup>2</sup>. Lattia kestää trukin massan, mutta ei edes hetkellistä varastointia. Näin ollen lasti on purettava lastauslaiturille, josta se kuljetetaan pikimmiten varastoon.

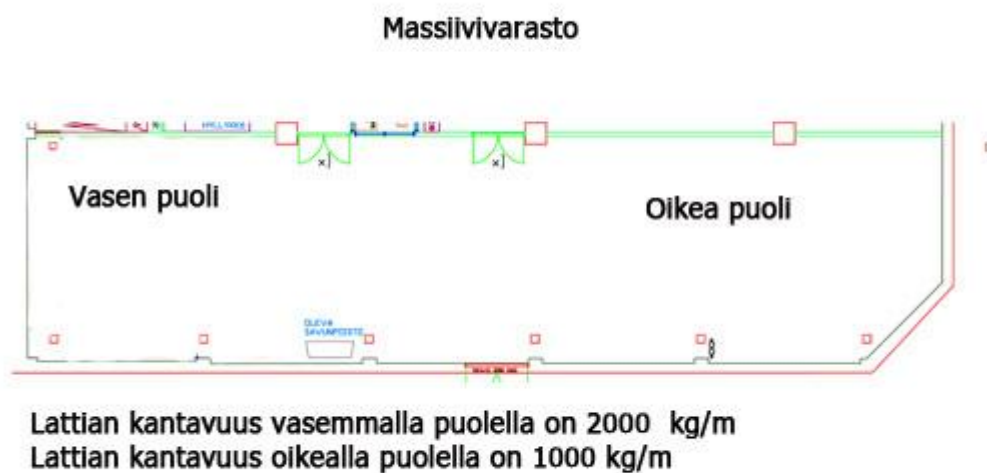
Uuden massaraaka-aineiden kuormalavavaraston eli massiivivaraston suunnittelun alkuvaiheilla lähtökohtana oli sijoittaa raaka-aineet rakenteilla olevaan massiivivarastoon,

lähelle tuotantotilaa tai mahdollisesti tuotantotilaan. Lähtökohtaisena arviona oli, että 200 neliömetrin varastoon mahtuisi 200 raaka-ainesäkkiä. Rakennusvaiheessa ollut massiivivarasto sijaitsee tuotantotilan vieressä, joten matka varastosta tuotantoon on lyhyt.

### 3.3.1 Massiivivarasto

Vanhan varastotilan vuokrasopimuksen päättymisen vuoksi uuden varaston rakentaminen tuli ajankohtaiseksi. Uudet tuotantotilat rakennettiin myös uuteen sijaintiin, joten varaston sijoitus lähelle tuotantoa oli luonteva ratkaisu.

Massiivivarasto sijaitsee tuotantotilan seinän toisella puolella, joten raaka-aineiden kuljetusmatkat varaston ja tuotannon välillä ovat optimaalisen lyhyet.



Kuva 5. Uusi kuormalavavarasto eli massiivivarasto

Massiivivarastossa on tilaa 200 neliömetriä, joista osa 65 neliömetriä lattiasta on lisätuettu niin, että neliömetriä kohden kantokyky on 2000 kg. Keskiosa, 14 m<sup>2</sup>, varastosta ei kestä lastatun trukin lisäksi muuta painoa. Varaston vasemmalla puolella on varastointitilaa 120 m<sup>2</sup>, mutta lattian kantavuus kestää vain 1000 kg neliömetriä kohden.

### 3.3.2 Tuotantotila

Varaston niin sanottu lisäosa sijaitsee kuiva-aineprosessin tuotantotilassa eli massiivivaraston seinän takana, jossa varastokäyttöön on varattu noin 10 neliömetriä. Kantavuus alueella on 2000 kg/m<sup>2</sup>.

Tuotantotilassa kosteusprosentti on suurempi kuin varastotiloissa. Raaka-aineiden herkkyys kosteudelle vaihtelee, mutta minkään aineen sijoitusta tuotantotilaan se ei estä. Raaka-aineista neljä: savi, liitu, ja kaoliinit ovat herkempiä paakkuuntumiselle kuin muut aineet, joten niiden sijoitus kuivaan säilytystilaan otetaan mahdollisuuksien mukaan huomioon. Paakkuuntumisriski kasvaa ajan kuluessa, mutta varastonkierron aikana paakkuuntumista ei pitäisi syntyä.

### 3.3.3 Kellari

Kolmas ehdotettu varasto löytyy kellarista, jossa varastointitilaa on määrittelemätön määrä. Kellarissa varastoidaan väriksitepigmenttejä ja kaoliinia. Perusteellista siivousta kellarissa ei ole tehty, ja oletettavaa on, että osa varastoitavista tavaroista on roskaa ja osa taas voidaan varastoida tiiviimmin.

Maapohjaisessa kellarissa ongelmia kantavuuden kanssa ei ole, mutta sijainniltaan kellari on kaukana massiivivarastosta. Tuotantotila ja massiivivarasto sijaitsevat samassa kerroksessa, mutta kellari kerrosta alempana. Raaka-aineiden kuljetukseen tavarantoimittajan vastaanotosta kellariin tarvitaan hissi, koska kellari sijaitsee alemmassa kerroksessa. Myös kellarista kuljetus tuotantoon tapahtuu trukkipöytäjä sekä hissiä käyttäen.

## 4 Layout ja varastopaikat

### 4.1 Lopputilanteen pohjustus

Vanhan laitteiston poistuessa käytöstä poistetaan käytöstä myös vanhat varastotilat. Vanha varasto oli uutta suurempi, ja suurempien kertaerien valmistuksen vuoksi raaka-aineita on ollut suurempia määriä koneiston käytössä kerrallaan. Säkkien varastointi vie myös enemmän tilaa kuin bulkkitavaran, koska säkkien päällekkäinen asettelu ei ole mahdollista. Uuden tuotantotilan lähelle rakennettavat varastotilat suunnitellaan mahdollisimman vähän liikuttamista vaativaksi kokonaisuudeksi palvelemaan tuotannon tarvetta.

Tuotantolaitteiston ja tilojen uusimisen myötä prosessi muuttuu täysin. Uusi laitteisto käyttää raaka-aineita tehokkaammin, ja säiliöiden täyttö tapahtuu entistä nopeammas-  
sa syklissä.

Aikaisempaa huomattavasti pienemmät säiliöt helpottavat raaka-aineiden kulutuksen seurantaa ja näin ollen myös tulevaisuuden ennustusta. Menneisyydessä käyttömäärät on merkitty muistiin suurin piirtein -menetelmällä, ja noin puolivuositain on tehty inventaario, joka on lisätty yksittäisenä käyttöä järjestelmään. Aikaisempi menetelmä on tehnyt historiatiedon käytön hyödyttömäksi, koska luotettavaa kuukausittaista tietoa ei ole käytettävissä eikä edes puolen vuoden tasolla lukuihin voi luottaa.

Reseptit muuttuvat ja bulkkiraaka-aineet vaihdetaan raaka-ainesäkkeihin. Reseptien muutoksen myötä raaka-aineiden suhteet muuttuvat, ja bulkkiraaka-aineiden vaihtuessa säkkeihin seuranta helpottuu, varastoitavat määrät tiedetään tarkasti. Pienemmät silot vievät myös vähemmän raaka-ainetta kerrallaan, joten varastointia silloissa ei tulevaisuudessa tule olemaan.

Massiivivaraston rakentamisen edistymisen seuranta toi uusia haasteita, kun esteitä suunnittelulle tuli esille. Massiivivaraston katossa sijaitsevat putkien korkeuden mittaus ja senttien tarkkuudella hyllyköiden mahtumisen tarkistaminen eri projektin vaiheissa ennaltaehkäisi ongelmia.

Ensimmäiset laskelmat osoittivat, että suunniteltuun varastotilaan mahtuisi noin kolmasosa ennustemääräisistä raaka-aineista, joten lisätilan etsiminen nousi keskeiseksi kysymykseksi.

## 4.2 Olosuhteet ja välineet

### 4.2.1 Raaka-ainesäkit

Raaka-aineet tuodaan tehtaalte joko FIN-lavoilla tai räätälöidyillä lavoilla, jotka eroavat toisistaan leveydeltään. Lavojen leveys ei vaikuta suunnitteluun, koska raaka-ainesäkit tulevat leveydeltään kummastakin yli. Säkin ollessa kasaan painuneena leveys on maksimissaan 1100 mm. Tilantarve suunnitellaankin säkkien maksimileveyden mukaan.

Alla olevasta taulukosta (3) löytyy layoutin suunnittelulle tärkeät säkkikoot, joiden mukaan määritellään varastopaikat.

Taulukko 3. Raaka-ainesäkkien pakkauskoot

<b>Raaka-aine</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Leveys (mm)</b>	<b>Korkeus (mm)</b>
1. Kaoliini (1)	1000	1100	1200
2. Kaoliini (2)	750	1100	1200
3. Savi	1000	1100	1350
4. Valumassagranulaatti	1000	1100	1750
5. Kvartsi (1)	1000	1100	1200
6. Maasälpä (1)	1000	1100	1200
7. Alumiinioksidi	1200	1100	1450
8. Liitu	1000	1100	1600
9. Fritti	1000	1100	1000
10. Dolomiitti	1000	1100	1300
11. Molokiitti	1000	1100	1100
12. Kvartsi (2)	800	1100	1300
13. Maasälpä (2)	750	1100	1300
14. Wollastoniitti	1100	1100	1150

Taulukosta voidaan havaita, että raaka-ainesäkkien massa vaihtelee 750 kg:n ja 1100 kg:n välillä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että saman pinta-alan vievä raaka-ainesäkki pitää sisällään eri määrän raaka-ainetta. Raaka-aineet, joiden massa on pienempi, tarvitsevat suuremman määrän lavapaikkoja verrattuna suurempimassaisiin säkkeihin.



Säkkien korkeuksissa on suuria eroja, pienin säkki on 1000 mm korkea ja korkein säkki on 1600 mm korkea. Korkeus vaikuttaa siihen voidaanko säkkejä varastoida hyllyköissä ja tarkemmin vielä missä hyllyköissä.

#### 4.2.2 Trukki

Vanhassa varastossa käytetty trukki oli soveltuva ulkokäyttöön ja liian suurikokoinen sisäkäyttöön. Näin ollen todettiin, että uudelle trukille on tarvetta. Kokousten myötä havaittiin, että pakkaamossa käyttöaste on vähenemään päin. Havaittiin myös, että pakkaamon käytössä on pinontatrucki, joka voidaan vapauttaa varastoinnin käyttöön. Tällöin saadaan jo olemassa oleva kalusto käyttöön eikä kustannuksia tule uuden trukin hankinnasta.

Varastossa tullaan siis käyttämään jo olemassa olevaa pinontatruckia, joka on ollut käytössä kappaletavaralajittelussa. Trukin leveys on 770 mm ja kääntösäde 1397 mm. Käytäväleveyden vaatimuksena on 2297 mm, joka mahdollistaa trukin kääntämisen käytävällä turvallisesti. Trukin massa on 929 kg, ja se pystyy nostamaan ja kuljettamaan maksimissaan 1400 kg:n lastin sekä nostamaan lastin 3165 mm korkeuteen.



Kuva 5. Varastossa käytettävä trukki Toyota BT Taxio Swe140 (Toyota material handling -esite)

Kuormalavoja asettaessa hyllyyn tulee ottaa huomioon turvallisuusseikat. Lavojen molemmille puolille on jätettävä noin 100 mm tila, jotta siirtäminen on turvallista ja hieman pullollaan olevat säkit mahtuvat väleihin. Trukin haarukoiden tai terävän kulman osuminen säkkiin voi aiheuttaa säkin rikkoutumisen. Tästä aiheutuu sekä materiaalihukkaa että mahdollisia vaaratilanteita.

#### 4.2.3 Kuormalavahyllyköt ja kuormalavat

Massiivivarastossa lattian kantavuus osassa tilaa on 2000 kg neliometriä kohden. Näin ollen noin 1000 kg:n raaka-ainesäkkejä on mahdollista varastoida kahteen kerrokseen.

Vanhan ulkovaraston hyllyköt osoittautuivat käyttökelpoisiksi myös sisätiloissa. Helposti purettavat ja uudestaan koottavat hyllyköt osoittautuivat mahdollisiksi säätää eri korkeuksille, jonka vuoksi ne soveltuivat hyvin erikorkuisten raaka-ainesäkkien varastointiin.

Kuormalavahyllykköjä on valmiina käytettäväksi kahdenlaisia. Kapeampi hyllykkö on leveydeltään 2300 mm ja siihen mahtuu vierekkäin kaksi kuormalavaa. Leveämpi hyllykkö on leveydeltään 3400 mm ja siihen mahtuu varastoimaan kolme kuormalavaa.

Hyllyjen korkeus on säädettävissä. Tehtaalla on olemassa sekä 2300 mm että 3400 mm leveitä hyllyjä, jotka on mahdollista säätää maksimissaan kolmeen kerrokseen. Vanhoja hyllyjä tullaan käyttämään varastossa, koska ne ovat käyttökelpoisia ja vapautuvat vanhan varaston käytöstä.

Hyllyssä käytetään ensisijaisesti FIN-lavoja tai toimittajan räätälöimiä lavoja, koska ne soveltuvat raaka-ainesäkeille parhaiten. Suursäkit painuvat kasaan ja pullistuvat lähtökokoja suuremmiksi kuljetuksen aikana. FIN-lavaa kapeammasta EUR-lavasta suursäkit tulevat enemmän reunojen yli, joka kasvattaa rikkoutumisriskiä. Näin ollen EUR-lavan käyttöä vältetään, jos mahdollista.

Frittisäkit tuodaan toimittajalta tehtaalle räätälöidyillä erikoislavoilla, jotka ovat kooltaan 1100 mm x 1100 mm. Erikoislavan liikuttaminen trukilla ei ole mahdollista, koska sen pohjan muotoiluun ei sovi trukin haarukat. Lavan alle lisätäänkin hieman pienempi,

trukille soveltuva ylimääräinen FIN-lava. Rikkoutumisen ja vaaratilanteiden välttämiseksi frittisäkit on sijoitettava lattiatasoon. Tuplalavan vuoksi on huomioitava myös noin 100 mm lisä korkeudessa.

Savi tuodaan tehtaalle myös 1100 mm x 1100 mm räätälöidyillä erikoislavoilla. Lavojen liikuttaminen trukilla onnistuu pohjan muotoilun vuoksi. Näin ollen savi voidaan sijoittaa varastossa joko ala- tai ylätasoon.

Valmislasiteastioille räätälöidyt lavat osoittautuivat kenttätutkimuksen myötä olevan menossa huonoon kuntoon, joten lavat päätettiin uusia. Räätälöityjen lavojen ongelmana oli pohja, jonka alle ei mahtunut normaali trukin haarukka. Näin ollen päädyttiin tutkimaan muita vaihtoehtoja.

Puolilavat (800 mm x 600 mm) osoittautuivat valmislasiteastioille soveltuvaksi vaihtoehdoksi. Puolilavoja on mahdollista liikuttaa trukilla, joka käytännössä tarkoittaa yhtä välinettä vähemmän. Standardoitu lavakoko helpottaa lavojen tilaamista, koska toimittajia on useita.

Lasiteastioita pestään jokaisen käyttökerran jälkeen, samalla lava usein kastuu. Puu imee nestettä ja muuttuu painavammaksi. Tästä syystä uusia lavoja päättäessä tuli ottaa huomioon materiaalin ominaisuudet. Muoviset lavat todettiin olevan paremmin käyttöön sopivia kuin puiset: niistä ei lähde tikkuja ja puhdistaminen on helpompaa. Muovi on myös kevyempää kuin puu.

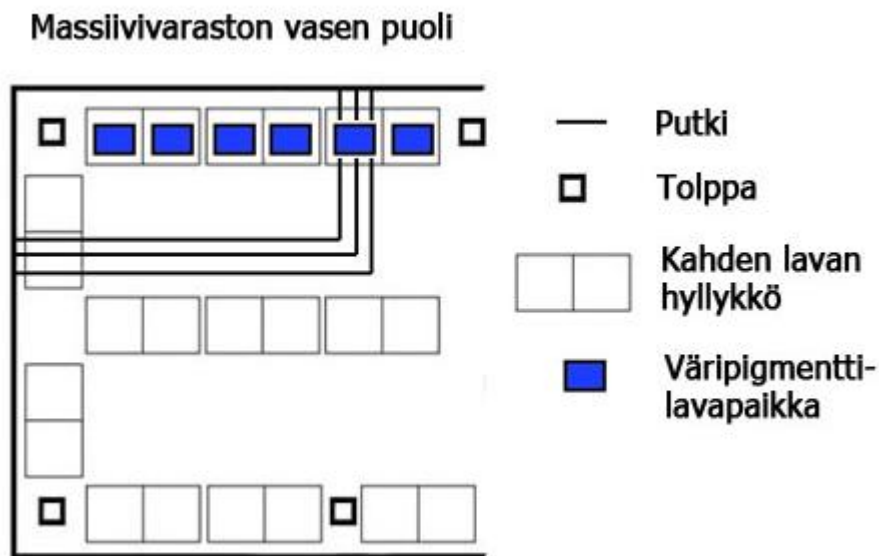
Testikappaleita tilattiin muovisena sekä puisena. Muovi materiaalina keräsi kannatusta, mutta puulavojen halvan hinnan vuoksi päädyttiin puisiin lavoihin. Tulevaisuuden kannalta todettiin, että halvan hinnan vuoksi puulavojen tilalle voidaan tilata uusia, kun vanhojen kunto alkaa heiketä.

#### 4.2.4 Värilasitepigmentit

Värilasitepigmenttikanistereiden tarkka määrä ei ole tiedossa, mutta värilasitteista vastaavan Päivi Nurmen ennusteen mukaan 6 lavapaikkaa riittää pigmenttien varastointiin. Pigmenttikanistereita on mahdollista asettaa kuormalavalle kuusi kappaletta, ja kanistereita on myös mahdollista pinota kaksi päällekkäin ilman rikkoutumisriskiä. Näin ollen

pigmenttikanistereita mahtuu maksimissaan seitsemälle lavalle 84 kappaletta. Todellisuudessa osa tilasta käytetään myös säkeille.

Avattujen pigmenttikanistereiden ja -säkkien riski on paikkojen sotkeentuminen. Pigmentit on sijoitettava mahdollisimman lähelle tuotantoa, jotta sotkemisriski vältetään. Eritoten 25 kg säkissä tuleva musta pigmentti on erittäin leviämisherkkä, koska sitä käytetään kerrallaan vain osa säkistä eikä säkin sulkeminen ole mahdollista.



Kuva 6. Väripigmenttien sijoitus massiivivarastossa

Pigmentit sijoitetaan layoutissa kuvan 6 mukaisesti massiivivaraston vasemmalle puolelle tuotanto-osan seinän puolelle, josta matka tuotantoon on mahdollisimman lyhyt.

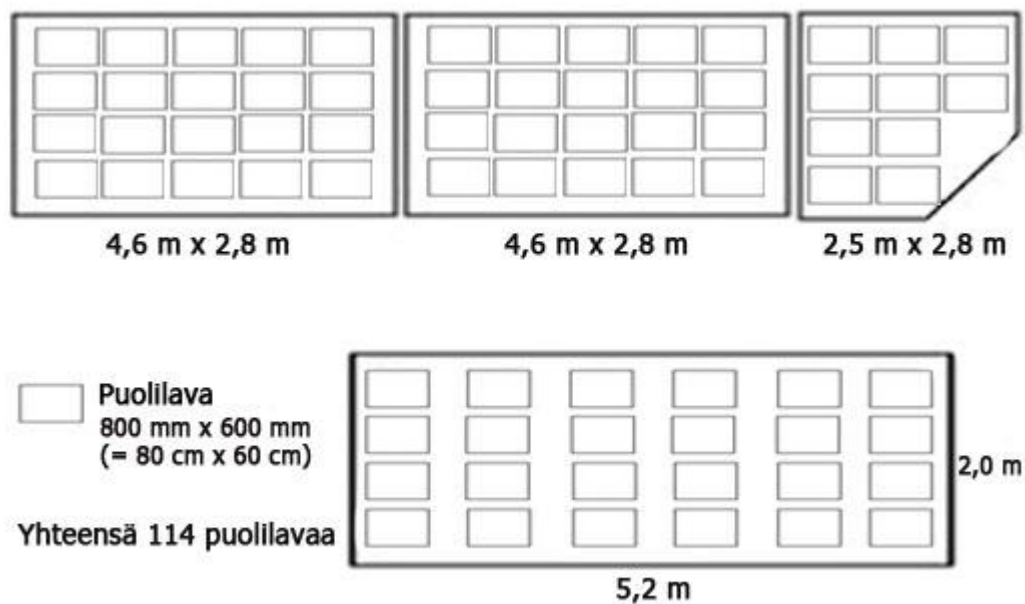
#### 4.2.4 Valmislasiteastiat ja pigmentit

Valmiiden lasiteastioiden varastopaikan suunnittelussa tärkeää on sijainti. Lasitteiden tuotanto sijaitsee massiivivaraston vieressä, josta ne kuljetetaan toiselle puolelle tehdasrakennusta.

Massiivivaraston ulkopuolella on tila, jossa on mahdollista säilyttää lasiteastioita. Kantavuus alueella on 500 kg / m<sup>2</sup>, joten raaka-ainesäkkien varastointiin alue ei sovellu. Projektin ensimetreillä tilaa löytyi hyllyjen alatasoista noin 30 m<sup>2</sup>, ja projektin edetessä lattiatilaa saatiin vapautettua varastointikäyttöön vaa'an poistuttua alueelta.

Massiivivaraston ulkopuolelta lasiteastiat on helppo kuljettaa loppusijoituskohteeseen. Tila on minimaalaisessa käytössä, eikä tulevaisuudessa käyttöäi tule olemaan lainkaan. Tilaa on runsaasti ja tarvittaessa lisätilaakin on lähistöltä saatavissa käyttöön.

Valmiiden lasiteastioiden varastopaikaksi soveltuu lattiataso massiivivaraston ulkopuolella, joka on matkan varrella tuotannosta loppusijoituspaikkaan. Puolilavapaikkoja on yhteensä 50 kappaletta kolmessa osassa hyllyjen lattiatasossa ja käytävän toisella puolella 24 lisäpaikkaa.



Kuva 7. Valmislasiteastioiden varastopaikat

Kuvasta (7) voidaan nähdä lasiteastioiden varastopaikat. Valmiita lasiteastioita on noin 50-100 kappaletta kerrallaan, joten tila riittää joustavasti varastoimaan tarvittavan määrän.

#### 4.3 Varastot ja varastopaikat raaka-ainesäkeille

Varastopaikat määräytyvät raaka-ainesäkkien koon ja määrän mukaan. Seuraavan sivun taulukosta 4 voidaan nähdä kaikkien 14 raaka-aineen säkkikoot ja tarvittavat kuormalavapaikkamäärät.

Taulukko 4. Raaka-aineiden säkkikoot ja tarvittavat lavapaikat

Raaka-aine	Massa (kg)	Leveys (mm)	Korkeus (mm)	Tarvittavat lavapaikat
1. Kaoliini (1)	1000	1100	1200	14
2. Kaoliini (2)	750	1100	1200	126
3. Savi	1000	1100	1350	8
4. Valumassagranulaatti	1000	1100	1750	14
5. Kvartsi (1)	1000	1100	1200	22
6. Maasälpä (1)	1000	1100	1200	34
7. Alumiinioksidi	1200	1100	1450	24
8. Liitu	1000	1100	1600	16
9. Fritti	1000	1100	1000	12
10. Dolomiitti	1000	1100	1300	14
11. Molokiitti	1000	1100	1100	10
12. Kvartsi (2)	800	1100	1300	36
13. Maasälpä (2)	750	1100	1300	44
14. Wollastoniitti	1100	1100	1150	16

Alun perin kaikkien säkkien oli tarkoitus olla massaltaan 1000 kg, mutta projektin edetessä ja toimittajien kanssa yhteistyötä tehdessä, säkkikoot vaihtuivat. Vähäiset varastotilat toivat ongelman varsinkin kaoliinin (2) ja maasälvän (2) kanssa, joiden säkin massa pieneni 250 kg. Käytännössä tämä tarkoitti neljäsosan kasvua säkkimäärässä.

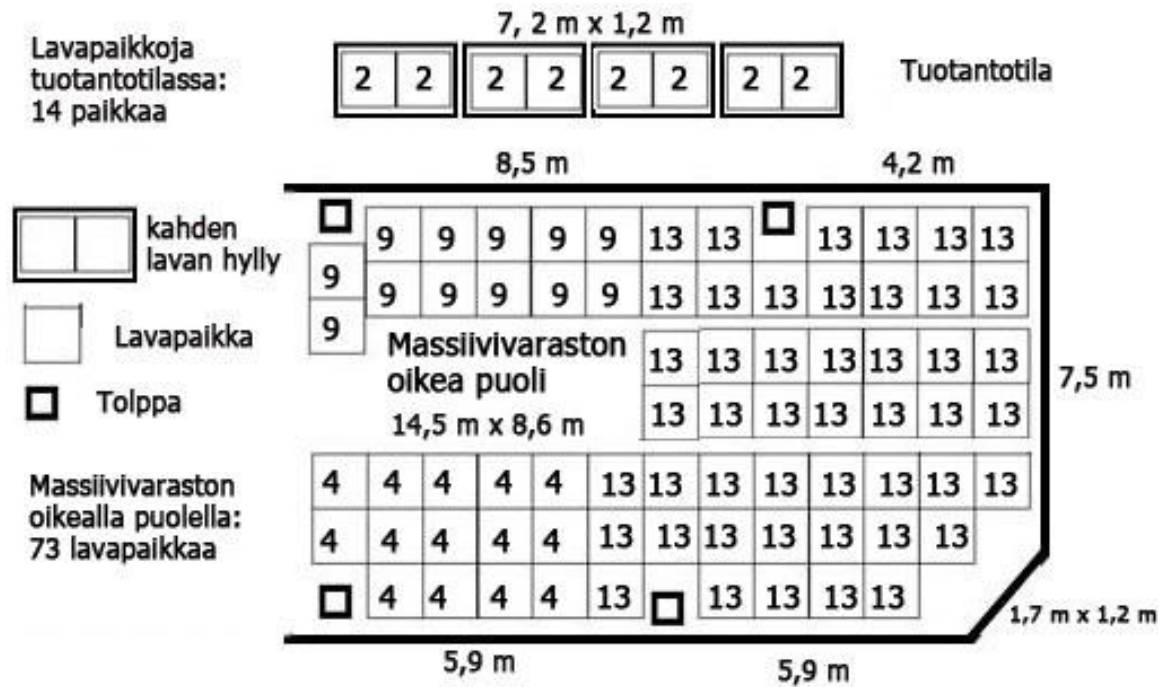
Lavapaikkamäärät on arvioitu maksimivaraston mukaan ja sovellettu käytössä oleviin varastopaikkoihin, jolloin tarvittavien lavapaikkojen määrä ja maksimivarasto hieman eroavat toisistaan. Lavapaikkojen määrät, raaka-aine kerrallaan, sovittiin Marko Lehtisen kanssa useassa eri kokouksessa. Kokousten perusteella tuloksena tulivat yksittäisten lavapaikkojen eroavaisuudet maksimivarastoon.

#### 4.3.1 Massiivivarasto

##### Massiivivaraston oikea puoli

Oikealla puolella varastossa tilaa olisi ilman optimointi, täyteen lastattuna noin 120 säkille. Raaka-aineita ei ole kuitenkaan mahdollista pakata 13 säkin riveihin, koska reunoilla tolppien välissä olevaa tilaa ei pystytä tällöin tyhjentämään. Yhteen riviin ei voisi myöskään laittaa kuin yhtä raaka-ainetta, koska viimeisten säkkien saaminen ulos truckilla vaatisi edessä olevien säkkien siirtämistä.

Seuraavan sivun kuvasta (8) löytyvät massiivivaraston oikean puolen varastopaikat.



Kuva 8. Massiivivaraston oikean puolen lavapaikat

Varaston 1000kg/m<sup>2</sup> kantavalle, oikealle puolelle, raaka-ainesäkkejä on mahdollista laittaa vain lattiatasoon. Oikealla puolella seinustoilla on pylväitä, jotka rajoittavat seinätilankäyttöä. Myös yksi kulma on kalteva.

Fritti, joka on kuvassa merkitty numerolla 9, tarvitsee varastosta 12 lavapaikkaa. Raaka-ainesäkit tuodaan toimittajalta erikoislavoilla, joita ei ole mahdollista liikuttaa trukilla. Tästä syystä lavan alle asetetaan FIN-lava, jonka kuljetus onnistuu trukilla. Kahden lavan vuoksi säkkien varastointi korkealla ei ole turvallista, fritti onkin varastoitava maantasoon. Jotta frittisäkkejä kuljetetaan mahdollisimman vähän, varastopaikat on hyvä sijoittaa lähellä tuotantoa.

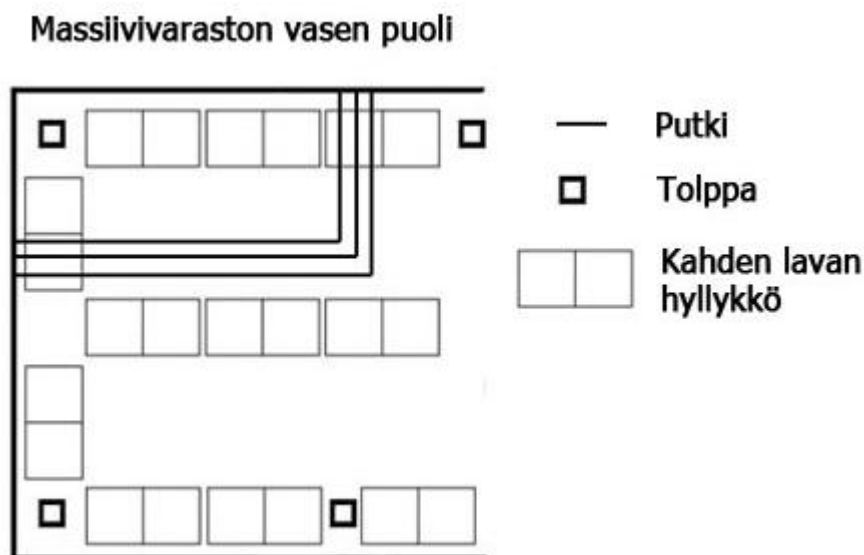
Maasälpää, joka on merkitty pohjapiirrookseen numerolla 13, kuluu kvartsin ohella paljon. Maasälpä tarvitsee varastosta 46 lavapaikkaa ja suuren kulutuksensa vuoksi se on varastoitava lähelle tuotantoa. Maasälpä-säkin massa on vain 750 kg, joten varastopaikkoja tarvitaan suhteessa enemmän kuin suuremmille säkeille, koska 750 kg:n säkki vie varastotilaa yhtä paljon kuin 1000 kg:n säkki. Kun maasälvän varastopaikat on aseteltu varaston perälle, on mahdollista lisätä varastopaikkoja väliaikaisesti asettamalla lisää säkkejä keskikäytävälle, koska fritin ja valumassagranulaatin ensimmäiset lavat on mahdollista hakea trukilla varaston etuosasta.

Valumassagranulaatti, joka on kuvassa merkitty numerolla 4, tarvitsee 14 lavapaikkaa ja soveltuu varastoitavaksi massiivivarastoon, jotta saadaan kaikki varastopaikat käytettyä hyödyksi.

### Massiivivaraston vasen puoli

Varaston 2000 kg/m<sup>2</sup> kantavalle, vasemmalle puolelle, on mahdollista laittaa raaka-aineita hyllykköön kahteen tasoon. Hyllyihin mahtuu kaksi lavaa vierekkäin, jonka jälkeen välissä on noin 100 mm leveä pylvä.

Kuvassa 9 on havainnollistettu massiivivaraston vasemman puolen varastopaikat.



Kuva 9. Massiivivaraston vasen puoli

Lavapaikkoja vasemmalla puolella on yhteensä 42. Kuvan yläreunan kuuden lavapaikan alatasot käytetään väripigmenteille, joten käytettäväksi raaka-ainesäkeille jää 36 paikkaa.

Katossa kulkevat putket estävät kahden hyllykön ylälavapaikan käyttöä, koska sijaitsevat liian alhaalla. Hyllyköiden maksimikorkeus varastointiin on 3000 mm, kun otetaan huomioon lavan korkeus sekä välitaso, niin säkin maksimikorkeudeksi saadaan 1400 mm. Tilaa on kuitenkin jäätävä säkin siirtämiseen, joten käytännössä säkin maksimikorkeus voi olla 1300 mm.

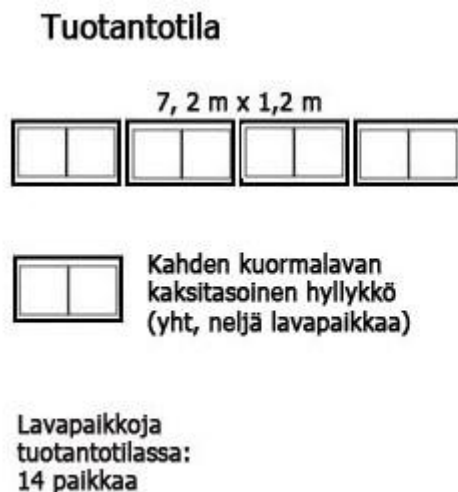


Kvartsia (2) käytetään sekä lasitteeseen että massaan, ja sen kulutus on yksi suurimmista. Kvartsin (2) varastopaikkojen onkin käytännön kannalta suotavaa sijaita lähellä tuotantoa. Kvartsisäkkien korkeus on 1300 mm ja massa 800 kg, joten kokonsa ja tarvittavan 36 lavapaikan määrän vuoksi massiivivaraston vasemman puolen 36 lavapaikkaa soveltuvat kvartsin varastointiin.

#### 4.3.2 Tuotantotila

Alusta lähtien tiedettiin, että tuotantotilaan mahtuu varastoimaan pienen määrän säkkejä. Tuotantotilan rakennuksen myötä havaittiin, että varastoinnille on tilaa 10 neliömetrin alue seinän vierustalla.

Tuotantotilan varastopaikat löytyvät alla olevasta kuvasta (10).



Kuva 10. Tuotantotilan varastopaikat

Alueen kantavuus on 2000 kg / m<sup>2</sup>, joten raaka-ainesäkkejä voidaan varastoida kahdessa tasossa. Neljä 2300 mm leveän kahden kuormalavapaikan hyllykköä mahtuu kymmenen metrin alueelle, jolloin yhteensä tuotantotilassa voi varastoida 16 raaka-ainesäkkiä.

Hyllyköiden korkeus on säädettävissä niin, että 1750 mm korkea kaoliinisäkki (2) mahtuu siihen. Säkkipaikat käytetään kaoliinille (2), jolloin tuotantotila toimii raaka-aineen

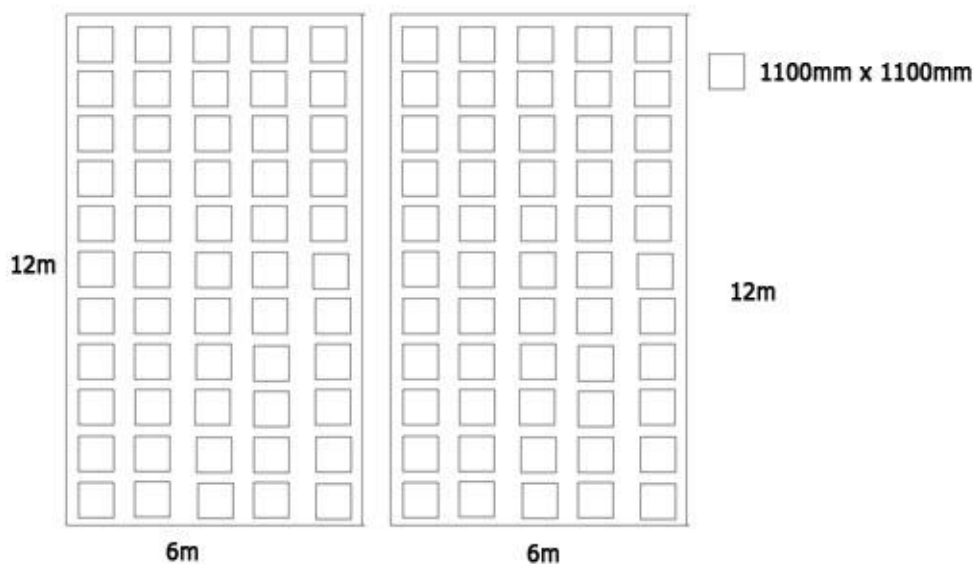
käyttövarastona, ja kellarin varastoidaan loput 110 säkkiä. Kaoliinisäkin massa on 750 kg, joten kantavuus riittää hyvin, vaikka varastoidaan kahdessa tasossa.

#### 4.3.3 Kellari

Kellarin käyttöä varastona alun perin pyrittiin välttämään, koska raaka-aineiden kuljetus on huomattavasti haastavampaa kuin muissa varastoissa. Raaka-ainesäkki kuljetetaan kellarista hissillä tuotantoon. Hissin kantavuus ei kestä sekä trukin että raaka-ainesäkin massaa, joten trukki vaaditaan kummassakin päässä

Kellarissa on kaksi 6 m x 12 m tilaa, joihin saa yhteensä varastoitua 110 säkkiä. Kellariin voidaan varastoida raaka-ainetta, jota on varastossa suuri määrä kerrallaan. Tällöin säkit voidaan laittaa jonoihin peräkkäin ja tila voidaan käyttää kokonaan hyödyksi.

Kellarin varastotila päädyttiin käyttämään kaoliinille (2), jonka käyttövarasto pidetään tuotantotilassa. Käyttövaraston loppuessa, säkkejä kuljetetaan kellarista yhdellä kerralla uusi erä käyttöä varten. Tämä tekee kuljetuksesta yksinkertaisempaa kuin yhden säkin vieminen kerrallaan. Kuvassa 11 on havainnollistettu kellarin varastopaikat.



Kuva 11: Varastopaikat kellarissa

#### 4.3.4 Pakkaamo

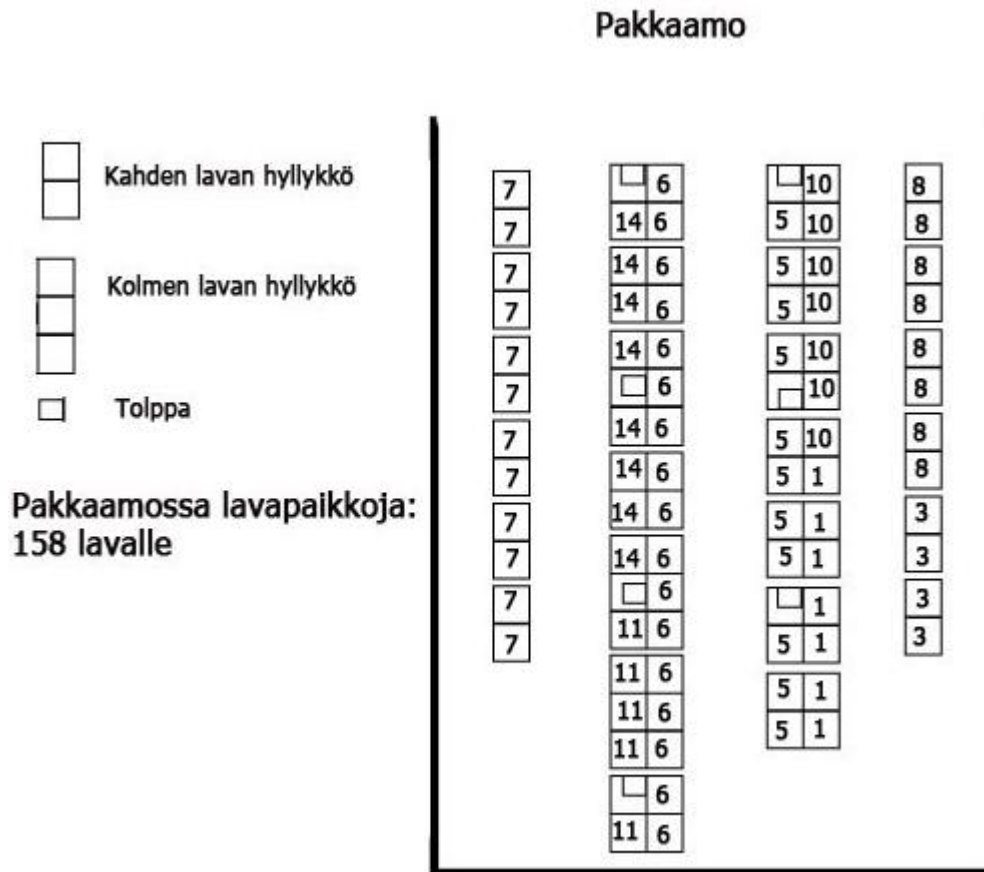
Pakkaamon varastosta vapautuu kolmikerroksisia hyllyjä, joista kahta kerrosta on mahdollista käyttää raaka-aineiden varastointiin. Kantavuuteen ja korkeuteen perustuen kolmanteen kerrokseenkin voisi laittaa säkkejä, mutta tämä nostaisi riskin säkin rikkoutumiseen ja ihmisten loukkaantumiseen liian korkeaksi. Kolmas kerros vaatisi myös erityisen trukin korkeaa nostoa varten.

Kahteen kerrokseen varastoitaessa tilaa on 158 raaka-ainesäkillä. Lattia on tuettu lisäpalkeilla, jotka takaavat lattian kantavuuden. Tavarat vastaanotosta kulkee tuettu trukkiaväylä pakkaamon kautta massiivivaraston ja tuotantoon, jota käytetään säkkien siirtämiseen tuotantokäyttöön. Pakkaamon tilantarve vähenee tulevaisuudessa, ja varastoinnin tarve tulee olemaan lähinnä kevyille materiaaleille, jotka on mahdollista joko kuljettaa kellariin tai tarvittaessa rakentaa lisää hyllyjä pakkaamoon.

Massiivivarasto osoittautui liian pieneksi kaikkien raaka-aineiden vaatimalle tilalle, ja osittainen lattian kantamattomuuden riittämättömyys pakotti etsimään lisää tilaa varastoinnille muualta.

Kellarin hankalan sijainnin vuoksi pohdittiin pakkaamon käyttöasteen vähenemistä ja sen valmiiden hyllyjen käyttömahdollisuutta. Vastaanoton ja tuotannon välistä, pakkaamosta, löytyi yli kaksinkertainen määrä tilaa raaka-aineiden varastointikäyttöön. Pakkaaminen on suurilta osin siirtynyt linjojen päähän, mikä vähentää hyllytilan tarvetta pakkaamossa. Perusteellisen siivouksen jälkeen pakkaamon käyttötarkoitus vaihtui tavarat vastaanotoksi.

Kuvassa 12 on eritelty pakkaamon varastopaikat.



Kuva 12. Pakkaamon varastopaikat

Pakkaamossa hyllyköiden korkeus on mahdollista säätää kolmeen eri korkeuteen. Matalimpaan hyllykköön mahtuu maksimissaan 1200 mm korkea säkki, keskimmäiseen maksimissaan 1400 mm korkea säkki eikä kolmannen korkeutta ole määritelty, mutta siihen mahtuu jopa 1600 mm korkea säkki.

Pohjapiirroksen vasemmassa reunassa on merkitty numerolla 7 alumiinioksidin varastopaikat. Alumiinioksidisäkki on korkeudeltaan 1450 mm eikä siten mahdu mataliin hyllyköihin. Reunarivin korkeus ei ole ongelma, ja varastopaikkoja tarvitaan 24 kappaletta, joten alumiinioksidi optimaalista sijoittaa reunaan yhteen riviin.

Wollastoniittisäkin massa on 1100 kg, joten sen sijoittaminen massiivivarastoon olisi riski kantavuuden osalta, vaikka lavan leveys ei aivan neliömetriin mahdukaan. Niinpä wollastoniitti on hyvä varastoida pakkaamoon, jossa kantavuus ei ole ongelma.

Wollastoniitti, pohjapiirroksessa numero 14, molokiitti, numero 11, on pakattu mataliin säkkeihin. Yhteismäärältä edellä mainitut raaka-aineet vaativat 26 paikkaa, joten ne on optimaalista sijoittaa toiseen riviin vasemmalta, jossa säkin maksimikorkeus saa olla 1200 mm.

Maaspälpä (1), pohjapiirroksessa numero 6, on kokonsa ja määränsä puolesta optimaalista sijoittaa kolmanteen riviin vasemmalta. Maksimikorkeus säkille rivissä on 1200 mm ja maasälvälle (1) tarvittavalla 34 varastopaikalla täytetään koko rivi.

Kvartsi (1), joka on merkittypohjapiirrokseseen numerolla 5, vaatii 22 lavapaikkaa. Kolmanteen riviin oikealta on mahdollista varastoida maksimissaan 1400 mm korkeat säkkejä ja varastopaikkoja on juuri 22 kappaletta. Näin ollen kvartsi (1) on mahdollista varastoida optimaalisesti yhteen riviin.

Dolomiittisäkki, pohjapiirroksessa numero 10, on korkeudeltaan 1300 mm ja soveltuu korkeudeltaan maksimissaan 1400 mm korkuiseen hyllykköön, joka löytyy kuvasta toisena rivinä oikealta.

Dolomiitin vaatiman 14 lavapaikan lisäksi rivissä on tilaa 14 lavalle. Kaoliini (1), numero 1 pohjapiirroksessa tarvitsee 14 lavapaikkaa, joten se soveltuu samaan riviin dolomiitin kanssa.

Liitu, pohjapiirroksessa numero 8, on korkeudeltaan 1600 mm ja vaatii siten korkean hyllykön. Pohjapiirroksen oikeassa laidassa sijaitsevassa rivissä korkeus hyllykössä riittää. Liidun vaatiman 16 lavapaikan lisäksi riviin jää 8 vapaata lavapaikkaa, jotka täytetään savella.

#### 4.4 Lopputulosten yhteenveto

Seuraavan sivun taulukosta (5) on nähtävissä koostettuna varaston layout-suunnitteluun vaikuttavien päätekijöiden lopputulokset tässä insinööritoiminnossa.

Taulukko 5. Lopputulosten yhteenveto

Kuormalavat ja pakkauskoot	<p>Varastoinnissa käytetään raaka-ainesäkeille, toimittajan mukaan, FIN- tai EUR-lavoja. Raaka-ainesäkit painuvat kasaan kuljetettaessa, joten varastoinnissa ne tulevat reunojen yli, joka ei ole suotavaa. Varasto on siksi suunniteltu siten, että kuljetuksia on mahdollisimman vähän ja tilaa lavojen ympärillä tarpeeksi, että toiminta pysyy turvallisena.</p> <p>Fritin ja saven kuljetukseen käytetään toimittajan räätälöimiä 1100 mm x 1100 mm kokoisia lavoja.</p> <p>Valmiiden värilasiteastioille tullaan käyttämään puolilavoja, jotka ovat halvempia kuin räätälöidyt lavat eivätkä vaadi erikoishaarukkaa truckiin.</p>
Kuormalava-hyllyt	<p>Varastossa käytetään vanhan ulkovaraston käyttökelpoisia kahden ja kolmen kuormalavan hyllyköitä, jotka ovat aseteltu siten, että varastoon mahtuu mahdollisimman monta kuormalavaa.</p> <p>Korkeus on määritelty raaka-ainesäkkien mukaan ja hyllyköt kestävät raaka-ainesäkkien massan.</p>
Laitteisto	<p>Varastossa käytetään kappaletavaralajittelun trukkia, joka on jäänyt käyttämättömäksi. Yhdenlainen trucki ja haarukka riittävät uudessa varastossa siirtämään sekä värilasiteastiat että raaka-ainesäkit.</p>
Käytäväleveys	<p>Massalaitoksessa on valmiiksi maahan maalatut trukgireitit, jotka takaavat trukin turvallisen liikkumisen. Varasto on suunniteltu käytettävän trukin mittojen mukaan siten, että se mahtuu kääntymään ja liikkumaan turvallisesti.</p>
Varasto	<p>Varastotilan tarve osoittautui suuremmaksi, kuin alun perin oli kuviteltu. Kenttätutkimusten ja haastattelujen myötä löytyi lisää tilaa, joka oli mahdollista käyttää varastointiin. Lopputuloksena kaikille raaka-aineille on tarpeeksi varastointitilaa.</p> <p>Varastotilaa löytyi enemmän, kuin tarve vaati, joten jos tarvetta on, tilaa on myös enemmän. Lopputuloksena varastotilana käytetään yksinkertaisinta ja vähiten liikuttamista vaativaa ratkaisua.</p>
Tilas suunnittelu	<p>Varastopaikat on suunniteltu käyttöasteen sekä mittojen vaatimusten mukaan ja siten, että kaikki varastopaikat saadaan käytettyä.</p> <p>Varastopaikoissa käytetään magneettisia kylttejä, jotka kertovat paikalle kuuluvan raaka-aineen tiedot. Magneettiset kyltit on helppo vaihtaa toiseen paikkaan, jos varastopaikkoja halutaan muuttaa tai väliaikaisesti käyttää jollekin muulle raaka-aineelle.</p>

## 5 Yhteenveto

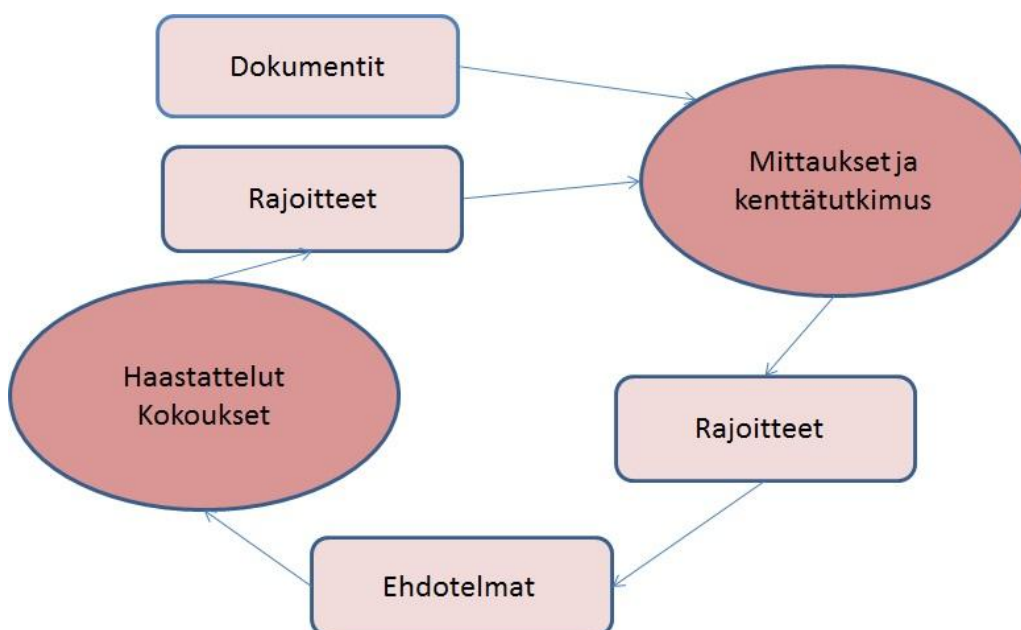
### 5.1 Lopuksi

Varaston layout-suunnitelmalla pyritään mahdollisimman tehokkaaseen varastointiin, raaka-aineiden käyttöön sekä liikuttamiseen. Layoutissa on otettava huomioon varaston tasojen vaihtelu, jotta raaka-aineille on tilaa silloinkin, kun uusi erä saapuu.

Tavoitteena oli suunnitella varastopaikat, joissa välimatkat ja siirrot ovat mahdollisimman vähäiset. Pitkät välimatkat ja ylimääräinen materiaalien siirtäminen kasvattaa tuotteiden rikkoontumisriskiä, jolloin rikkoontuneen tuotteen käyttö ei ole mahdollista eikä turvallista.

Varastotilassa on tärkeä käyttää sekä pinta-ala että korkeus mahdollisimman tarkasti hyväksi. Kuljetuksissa säästetään aikaa koottaessa hyllytasoja korkeussuunnassa ja käyttämällä mahdollisimman vähän pinta-alaa tai varastotiloja.

Projektin kulku on kuvattavissa Kuvan 5 tavoin. Ensimmäinen askel oli tutustua dokumentteihin, jotka koskivat litalan toimintaa yleensä sekä prosesseja, jotka pyörivät massalaitoksen sisällä.



Kuva 13. Projektin kulku

Dokumentit, eli pohjapiirrokset ja prosessikaaviot antoivat kuvan varastotilojen ominaisuuksista, kuten tilojen koosta sekä lattioiden kantavuuksista. Raaka-aineiden ennakointimäärät antoivat suuntaa tarvittavalle tilamäärälle.

Ensimmäisen kokouksen jälkeen työn kulku noudatti kuvan 5 kaaviota. Kun alkuperäisiin tietoihin ja oletuksiin saatiin tarkennuksia mittausten ja kenttätutkimusten vuoksi, uusien rajoitteiden mukaan muokattiin uutta ehdotelmaa. Ehdotelma käytiin läpi kokouksissa ja tietoja syvennettiin haastatteluin, joista saatiin uuden tiedon myötä uusia rajoitteita.

Varaston layout-suunnitteluprojektin alkutaipaleella varastotilojen rakentaminen oli kesken, uusien raaka-aineiden ominaisuudet suunnitteluvaiheessa ja koko projektin ajan ominaisuuksia muokattiin yhteistyössä toimittajien kanssa.

Varaston layoutin suunnittelussa lähtökohtana oli lattian kantavuus, joka määrittää kilomääräisen kantavuuden jokaista neliötä kohden. Tämän perusteella määritettiin hyllyjen kerrosten määrä, olettaen korkeuden sallivan useamman kerroksen. Kantavuudessa oli huomioitava myös käytävien kantavuus, joita pitkin trukki kulkee. Trukin ja kannettavan kuorman yhteispaino ei saa ylittää maksimaalista kantavuutta.

Kenttätutkimuksen tuloksena löytyi runsaasti tilaa kellarista sekä tarkemman tutkimuksen myötä myös pakkaamosta, jonka käyttöaste havaittiin olevan minimaalista ja jopa vähenemään päin.

Alkuperäisenä oletuksena oli uuden massiivivaraston 200 m<sup>2</sup> varastotilan riittävän noin 200 raaka-ainesäkillä. Tarkoituksena oli asettaa säkkejä lattia täyteen ja tyhjentää FI-FO-periaatteella tuotannon käyttöön. Käytännössä varaston ominaisuudet eivät kuitenkaan tähän malliin sopineet, havaittiin myös säkkien koko, joka ei vastaa neliömetriä.

Varastojen pohja- sekä kantavuuspiirroksien lisäksi paikanpäällä mittaaminen on välttämätön osa varaston layout-suunnittelua. Kiinteistön vanha ikä näkyy lattian osittaisena kaltevuutena ja jopa kymmenien senttien eroina puutteellisiin pohjapiirrokseen verrattuna. Pohjapiirrosten ja mittausten perusteella todettiin osa varastosta kantamatto-



maksi ja osassa havaittiin putkien ja tolppien tuoma este, joka myös vaikutti hyllyjen rakentamiseen.

Työn edetessä, haastatteluiden ja palaverien tuloksena, syntyi idea pakkaamossa jo valmiina olevien hyllyjen mahdollisesta käytöstä raaka-aineiden varastointiin. Loppumetreillä saatu vahvistus hyllyjen raaka-ainevarastokäyttöön johti reiluun kaksinkertaiseen varastotilaan sekä turvallisempaan kuljetukseen tehtaan sisällä.

Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen raaka-aineet ja lasitteet päädyttiin varastomaan eri tiloihin. Uudet varastotilat löydettiin kenttätutkimuksen perusteella tiloista, joiden käyttöaste oli vähentynyt. Uusien varastotilojen sijainti on optimaalinen vastaanottoon ja tuotantoon nähden. Varastopaikkoja löytyi myös tarpeeksi täyttämään tarpeet, mahdolliset lisävarastopaikat kartoitettiin tulevaisuutta varten.

## 5.2 Itsearviointi

Varaston layout-suunnitteluprojekti oli osa suurempaa GBP-projektia, jossa koko tuotantolaitos uudistettiin. Työn kulku sujui alusta loppuun joustavasti eri tekijöiden yhteistyönä. Lähtötilanteessa raaka-ainesäkkien koot ja varastopaikkamäärät eivät olleet tiedossa. Myöskään tarkka varaston koko tai varaston koon tarve ei ollut tiedossa. Projekti eli koko ajan, kun lisää tietoa saatiin ja suunnitelma eli sen mukana. Näin ollen lopputulos on monen kuukauden pyöryksen ja viilauksen lopputulos.

Varaston layout-suunnittelun lisäksi vastuullani oli suunnitella varaston logistiikka, jonka lopputuotoksena suunniteltiin työkalu, joka määrittää varastotasot, taloudelliset tilauserät, varaston kiertonopeuden ja tilauspisteet. Näin ollen tässä työssä käytetyt määrät perustuvat luomaani työkalun antamiin lukuihin, joita on sovellettu yhteistyössä Mila Kuvajan ja Marko Lehtisen kanssa.

Alusta loppuun logistiikka- ja varaston layout-suunnittelu pyörivät rinnakkain ja vaikuttivat suurilta osin toisiinsa. Projektin laajuus toi haasteen saada eri osa-alueet sovitettua toisiinsa. Mielestäni onnistuin siinä hyvin.

Yhteistyö ja viikoittaiset palaverit pitivät sekä minut, että Iittalan työntekijät ajan tasalla projektien kulusta. Yksityiskohdat muuttuivat koko projektin ajan, koska niitä hiottiin

sopiviksi uuteen prosessiin. Suurempia ongelmia projektissa ei missään vaiheessa tullut vastaan, joka johtui suuresti hyvästä yhteishengestä. Käytännön kannalta olisi ollut tosin tehokkaampaa, jos oma projektin osani olisi alkanut hieman myöhemmässä vaiheessa, jolloin enemmän tietoa raaka-aineista olisi ollut tiedossa. Kuitenkin, kyse on vain viikoista ja sinä aikana pääsin mukaan hyvin prosessien ja projektin kulkuun.

Lopputulos soveltuu juuri Iittalan massiivilaitokseen. Peruspilareiltaan layout-suunnittelu vastaa muiden varstojen suunnittelua, mutta suunnittelussa huomioon otetut spesifiset seikat, kuten rakennuksen ikä ja toimintatavat erottavat projektin normaalista varaston layout-suunnittelusta. Se tarkoittaa sitä, että teorialtaan tiedot ovat soveltuvia myös muiden varastotilojen suunnitteluun, mutta käytännön toteutus on varmasti erilainen kuin tämän insinööriyön sovellettu lopputulos.

En usko, että muut päätyisivät täysin samanlaiseen lopputulokseen kuin minä. Projektin on vaikuttanut niin monet pienet seikat, joita on puitu kuukausien ajan. Vaikka lopputulos jonkun muun tekemänä olisi samaan suuntaan, niin varmasti pienet erot työskentelytavoissa ja painotuksissa olisivat antaneet eri lopputuloksen. Kenttätyönä suoritettu varastojen kartoitus on ehkä oletettavasti suurin erottava tekijä. Toisekseen, varastopaikkojen suunnittelussa pieniä variaatioita olisi ollut mahdollista tehdä ja lopputuloksena on yksi, omasta mielestäni käyttökelpoisin malli projektin loppuhetkellä.

Tämän insinööriyön tuotos on pilottiajon lähtötilanne, jolloin vanhaa ja uutta prosessia aletaan ajaa rinnakkain. Kokonaisuudessaan GBP-projekti ei siis loppunut insinööriyö-projektini loppuun, joten lopullinen varaston tarve, kiertonopeus sekä koot ja määrät tulevat määrittymään vasta, kun uusi prosessi on täysin käytössä. Tästä syystä projektin aikana kartoitettiin varastoinnille lisätilaa, jota voi käyttää, jos pilottivaiheen jälkeen varastotila ei riitä. Ylimääräistä varastotilaa voidaan myös käyttää, jos toimittajien kanssa sovitaan uusista taloudellisista tilauseristä.

Kokonaisuudessaan insinööriyön toteutus sujui hyvin. Tieto kulki GBP-projektin eri tekijöiden välillä hyvin, ja yhteistyöllä eri osa-alueet sulautuivat toisiinsa.

## Lähteet

- 1 Fiskars Vuosikertomus. 2009. Fiskars Vuosikertomus. Fiskars.
- 2 Haverila Matti, Uusi-Rauva Erkki, Kouri Ilkka, Miettinen Asko. 2005. Teollisuustalous. Tampere. Infacs Oy.
- 3 Iittala Group. Verkkodokumentti.  
[http://www.iittala.fi/web/iittalaweb.nsf/fi/iittala\\_iittala\\_group](http://www.iittala.fi/web/iittalaweb.nsf/fi/iittala_iittala_group). Luettu 22.11.2010.
- 4 Iittalan filosofia. Verkkodokumentti.  
[http://www.iittala.fi/web/iittalaweb.nsf/fi/iittala\\_iittalan\\_filosofia](http://www.iittala.fi/web/iittalaweb.nsf/fi/iittala_iittalan_filosofia). Luettu 22.11.2010.
- 5 Kuormalavahyllyjen ja lavojen mitotus. Verkkodokumentti.  
[\[http://www.intolog.fi/intolog/ratkaisut/varastoratkaisut/suunnitteluohjeet/lavojen+mitoitus/\]](http://www.intolog.fi/intolog/ratkaisut/varastoratkaisut/suunnitteluohjeet/lavojen+mitoitus/). Luettu 16.2.2011.
- 6 Karhunen Reijo, Pouri Reijo, Santala Jouko. 2004. Kuljetukset ja varastointi – Järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. WS Bookwell Oy.
- 7 Karrus, Kaj E.. 1998. Logistiikka. Helsinki. WSOY.
- 8 Kuljetusopas. Verkkodokumentti.  
<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/varastonohjaus/>. Luettu 17.2.2011
- 9 Marko Lehtinen, tuotannonkehitysinsinööri, Iittala Group, Helsinki, kokous, 25.12.2010; 14.12.2010; 3.1.2011; 5.1.2011; 11.1.2011; 4.2.2011; 11.2.2011.
- 10 Materiaalinsiirto tehokkaammaksi. Intolog. Verkkodokumentti.  
<http://www.intolog.fi/intolog/ratkaisut/materiaalinsiirto/>. Luettu 16.2.2011.
- 11 Mila Kuvaja, materiaalityöntekijä, Iittala Group, Helsinki
- 12 Pinontatrukki 1.2-1.4 t. Toyota material handling-esite.
- 13 Päivi Nurmi, material development and laboratory manager, Iittala Group, Helsinki, kokous, 16.12.2010.
- 14 Ritvanen Virpi, Inkiläinen Aimo, von Bell Anders, Santala Jouko. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi. Saarijärven Offset OY.
- 15 Sakki Jouni. 2003. Tilaus – toimitusketjun hallinta, Logistinen B-to-B prosessi. Espoo: Hakapaino Oy.
- 16 Trukkipäilyjen ja työkäytävien suunnittelu ja mitoitus.  
<http://www.intolog.fi/ratkaisut/suunnitteluohjeet/trukkikaytavan+mitoitus/>. Luettu 2.6.2012.

- 17 Trukkityypin valinta. Verkkodokumentti.  
<http://www.intolog.fi/intolog/ratkaisut/materiaalinsiirto/materiaalinsiirto+-+suunnitteluohjeet/trukkien+tyypit+ja+tehtavat/>. Luettu 16.2.2011.
- 18 Viestinvälitys- ja logistiikkapalvelut. 2011. Verkkodokumentti. Opetushallitus.  
[http://www.edu.fi/viestinvalitys\\_ja\\_logistiikkapalvelut/kasitteet\\_ja\\_kaannokset/v\\_](http://www.edu.fi/viestinvalitys_ja_logistiikkapalvelut/kasitteet_ja_kaannokset/v_) Luettu 4.8.2011

